

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství

Katedra materiálů a technologií pro automobily



Návrh a výroba výukového standu spalovacího motoru

Design and manufacture of the combustion engine teaching stand

Autor práce: Michael Vařeka

Vedoucí práce: Ing. Pavel Klaus Ph.D.

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
Katedra materiálů a technologií pro automobily

Zadání bakalářské práce

Student: **Michael Vařeka**
Studijní program: B3923 Materiálové inženýrství
Studijní obor: 3911R034 Materiály a technologie pro automobilový průmysl
Téma: **Návrh a výroba výukového standu spalovacího motoru**
Design and manufacture of the combustion engine teaching stand
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Popis současného stavu
3. Návrh realizace výukového standu spalovacího motoru
4. Realizace výroby výukového standu spalovacího motoru
5. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

[1] VLK, František. Vozidlové spalovací motory. 1. vyd. Brno: František Vlček, 2003, 580 s. ISBN 80-238-8756-4.

[2] HROMÁDKO, Jan. Spalovací motory: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 296 s. ISBN 978-80-247-3475-0.


[3] TAYLOR, Charles Fayette. The internal-combustion engine in theory and practice. 2nd ed., rev. Cambridge, Mass.: M.I.T. Press, 1985, 2 v. ISBN 026220052X2.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Klaus, Ph.D.**

Datum zadání: 30.11.2015

Datum odevzdání: 29.04.2016


doc. Ing. Petr Tomčík, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.
děkanka fakulty

Zásady pro vypracování bakalářské práce

I.

Bakalářskou prací (dále jen BP) se ověřují vědomosti a dovednosti, které student získal během studia, a jeho schopnosti využívat je při řešení teoretických i praktických problémů.

II.

Uspořádání bakalářské práce:

- | | |
|--|------------------------------|
| 1. Titulní list | 6. Obsah BP |
| 2. Originál zadání BP | 7. Textová část BP |
| 3. Zásady pro vypracování BP | 8. Seznam použité literatury |
| 4. Prohlášení + místopřísežné prohlášení | 9. Přílohy |
| 5. Abstrakt + klíčová slova česky a anglicky | |

ad 1) Titulní list je koncipován podle požadavků příslušné oborové katedry.

ad 2) Originál zadání BP obdrží student na oborové katedře.

ad 3) Tyto „Zásady pro vypracování bakalářské práce“ následují za originálem zadání BP. („Zásady pro vypracování bakalářské práce“ jsou ke stažení na webových stránkách fakulty).

ad 4) Prohlášení + místopřísežné prohlášení napsané na zvláštním listu (ke stažení na webových stránkách fakulty) a vlastnoručně podepsané studentem s uvedením data odevzdání BP. V případě, že BP vychází ze spolupráce s jinými právníckými a fyzickými osobami a obsahuje citlivé údaje, je na zvláštním listě vloženo prohlášení spolupracující právnické nebo fyzické osoby o souhlasu se zveřejněním BP.

ad 5) Abstrakt a klíčová slova jsou uvedena na zvláštním listu česky a anglicky v rozsahu max. 1 strany pro obě jazykové verze.

ad 6) Obsah BP se uvádí na zvláštním listu. Zahrnuje názvy všech číslovaných kapitol, podkapitol a statí textové části BP, odkaz na seznam příloh a seznam použité literatury, s uvedením příslušné stránky. Předpokládá se desetinné číslování.

ad 7) Textová část BP obvykle zahrnuje:

- Úvod, obsahující charakteristiku řešeného problému a cíle jeho řešení v souladu se zadáním BP;
- Vlastní rozpracování BP (včetně obrázků, tabulek, výpočtů) s dílčími závěry, vhodně členěné do kapitol a podkapitol podle povahy problému;
- Závěr, obsahující celkové hodnocení výsledků BP z hlediska stanoveného zadání.

BP nemusí obsahovat experimentální (aplikační) část.

BP bude zpracována v rozsahu min. 25 stran (včetně obsahu a seznamu použité literatury). V případě, kdy zadání BP vychází ze spolupráce se subjekty mimo VŠB -TU Ostrava a řešení studenta, týkající se citlivých dat spolupracujícího subjektu, je zpracováno v samostatné zprávě, tak zveřejněná část BP bude zpracována v rozsahu min. 15 stran a celkový rozsah BP bude min. 25 stran.

Text musí být napsán vhodným textovým editorem počítače po jedné straně bílého nelesklého papíru formátu A4 při respektování následující doporučené úpravy - písmo Times New Roman 12b; řádkování 1,5; okraje – horní, dolní – 2,5 cm, levý – 3 cm, pravý 2 cm, zarovnání do bloku.

Fotografie, schémata, obrázky, tabulky musí být očíslovány a musí na ně být v textu poukázáno. Budou zařazeny průběžně v textu, pouze je-li to nezbytně nutné, jako přílohy (viz ad 9). Odborná terminologie práce musí odpovídat platným normám. Všechny výpočty musí být přehledně uspořádány tak, aby každý odborník byl schopen přezkoušet jejich správnost. Matematické vzorce musí být číslvány (v kulatých závorkách). U vzorců, údajů a hodnot převzatých z odborné literatury nebo z praxe musí být uveden jejich pramen - u literatury citován číselným odkazem (v hranatých závorkách) na seznam použité literatury. Nedostatky ve způsobu vyjadřování, nedostatky gramatické, neopravené chyby v textu mohou snížit klasifikaci práce.

ad 8) BP bude obsahovat alespoň 10 literárních odkazů, z toho nejméně 3 v některém ze světových jazyků. Seznam použité literatury se píše na zvláštním listě. Citaci literatury je nutno uvádět důsledně v souladu s ČSN ISO 690. Na práce uvedené v seznamu použité literatury musí být uveden odkaz v textu BP.

ad 9) Přílohy budou obsahovat jen ty části (speciální výpočty, zdrojové texty programů aj.), které nelze vhodně včlenit do vlastní textové části, např. z důvodu ztráty srozumitelnosti.

III.

Bakalářskou práci student odevzdá ve dvou knihařsky svázaných vyhotoveních, pokud katedra garantující studijní obor neurčí jiný počet. Vnější desky budou označeny takto:

nahore: *Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava*
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
Katedra

uprostřed: *BAKALÁŘSKÁ PRÁCE*

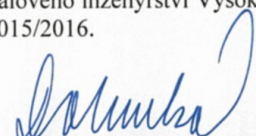
dole: *Rok* *Jméno a příjmení*

Kromě těchto dvou knihařsky svázaných výtisků odevzdá student kompletní práci také v elektronické formě do IS EDISON. Práce vložená v elektronické formě do IS EDISON se musí zcela shodovat s prací odevzdanou v tištěné formě. Po vložení BP do IS EDISON bude provedena její kontrola na plagiátorství.

IV.

Nesplnění výše uvedených zásad pro vypracování bakalářské práce může být důvodem nepřijetí práce k obhajobě. O nepřijetí práce k obhajobě rozhoduje v tomto případě garant příslušného studijního oboru. Tyto zásady jsou závazné pro studenty všech studijních programů a forem bakalářského studia Fakulty metalurgie a materiálového inženýrství Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava od akademického roku 2015/2016.

Ostrava 2. 11. 2015


Prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.
děkanka Fakulty metalurgie a materiálového inženýrství
VŠB-TU Ostrava

Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, bakalářskou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 12.4.2016



Michael Vařeka

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Pavlu Klausovi Ph.D. za cenné rady, konzultace a vedení během psaní bakalářské práce.

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce je návrh a výroba vyučovacího standu, který byl vyroben ze spalovacího motoru Hyundai 1.4 MPI CVVT. Práce je rozdělena do dvou částí - teoretické a praktické. Teoretická část obsahuje část konstrukce v této části, je popsány současný stav podmínky, a také různé typy standů a demonstrace standů, které jsou zdrojem pro vytvoření konceptu. Praktická část vychází z poznatků a výsledků z teoretické části popisuje realizaci výroby zvoleného typu výuky standu. Praktická část zahrnuje také návrh rámu, ve kterém je výukový stojan pro spalovacího motoru vložen. Na závěr jsou zahrnuty poznatky získané z návrhu a výroby. K dispozici jsou také následující doporučení pro pokračující vývoj výuky stánku spalovacího motoru.

Klíčová slova: Stand, motor

Abstract

Subject of the bachelor thesis is design and production of the teaching stand which was made by from combustion engine Hyundai 1.4 MPI CVVT. Thesis is divided into two parts - theoretical and practical. The theoretical part contains part of design in this part is described current state conditions and also different types of stands and demonstration stands, which are the source for the creation of concept. Practical part is based on findings and results from theoretical part, it describes production realization of chosen type teaching stand. Practical part also includes the desing of frame, in which is teaching stand for combustion engine inserted. At the end are included findings gained from the draft and production. There are also following recommendation for ongoing development of teaching stand of combustion engine.

Klíčová slova: stand engine

Obsah

Úvod	10
1. Popis současného stavu	11
2.1 Statický stand	12
2.2 Rozložený stand.....	13
2.3 Stand s průřezem	14
2.4 Specifikace motoru použitého pro výrobu standu.....	16
2. Návrh realizace výukového standu spalovacího motoru	19
3.1 Rozložení motoru	20
3.2 Části motoru	22
3.2.1 Píst.....	23
3.2.2 Vodní pumpa	24
3.2.3 Vačkový hřídel	25
3.2.4 Termostat	26
3.2.5 Klikový hřídel.....	27
3.2.6 Setrvačnick	28
3.2.7 Blok motoru.....	29
3.2.8 Řemenice	30
3.2.9 Katalyzátor	31
3. Realizace výroby výukového standu spalovacího motoru.	33
4.1 Volba materiálu a příprava.....	33
4.2 Svařování	35
4.2.1 Svařování MAG	35
4.3 Čištění motorových částí	39
4.4 Montáž motorových částí do funkčního celku standu	43
4.5 Lakování.....	53
5. Závěr.....	55
Seznam použité literatury	56
Přílohy	58

Úvod

Jak je obecně známo, při výuce se využívá spousta teorie, která je pro studenty někdy obtížně pochopitelná. Z toho důvodu začaly vznikat názorné výukové standy, které jednak zaujmou svým pestrým ztvárněním a také poskytnou pohled do tzv. „Black boxu“, tedy černé skříňky, do které není vidět. Jsou pouze vidět vstupy a výstupy. Princip je tedy ukryt v neprůhledném obalu. Zprůhlednění takového neprůhledného obalu usnadňuje princip jeho pochopení a tedy vysvětlení principu fungování takovéto černé skříňky. Hlavní myšlenkou výukového standu je, že součásti, které jsou ukryté uvnitř motoru nelze pozorovat a pro studenty je těžké poznat jak která součást je v motoru uchycena a jak pracuje.

Výukové standy jsou důležité z několika hledisek. Pro studenty jde o možnost jak snáze pochopit a možnost si „ošahat“ jednotlivé komponenty motoru, ze kterých se skládá. Poznat jednotlivé materiály, ze kterých je celek motoru složen. Dále také spojit teorii s praxí při studiu spalovacích motorů. U těchto názorných výukových standů jsou jednotlivé součásti krásně přístupné a názorné. Z pohledu vyučujícího, který může tímto způsobem studenty daleko více zaujmout výukou, než při standardní teoretické výuce s popsányi obrázky. Důležitou vlastností každé učební pomůcky je zaujmout pozornost studentů, pokud tomu tak je, student daleko lépe pochopí princip funkce jednotlivých součástí. Praxe je tedy nedílnou součástí každé výuky, kdy při této praktické ukázce ve výuce bude výuka pestřejší a zajímavější. Tato pomůcka při výuce chybí, byl tedy prostor zaměřit se na její vývoj.

1. Popis současného stavu

V současné době bývají standy motorů a nejen motorů vidět na veškerých světových výstavách, ať už známých či méně známých. Standy jsou také nedílnou součástí automobilových muzeí, dále také předváděcích akcí u prodejců. Standy objevují prakticky ve všech odvětvích. Příkladem je třeba stand závodní sekvenční převodovky pro Subaru R4 od firmy KapsTransmission, která byla vystavena na veletrhu motorsportu v Anglickém Birminghamu, viz **Obr. 1**.

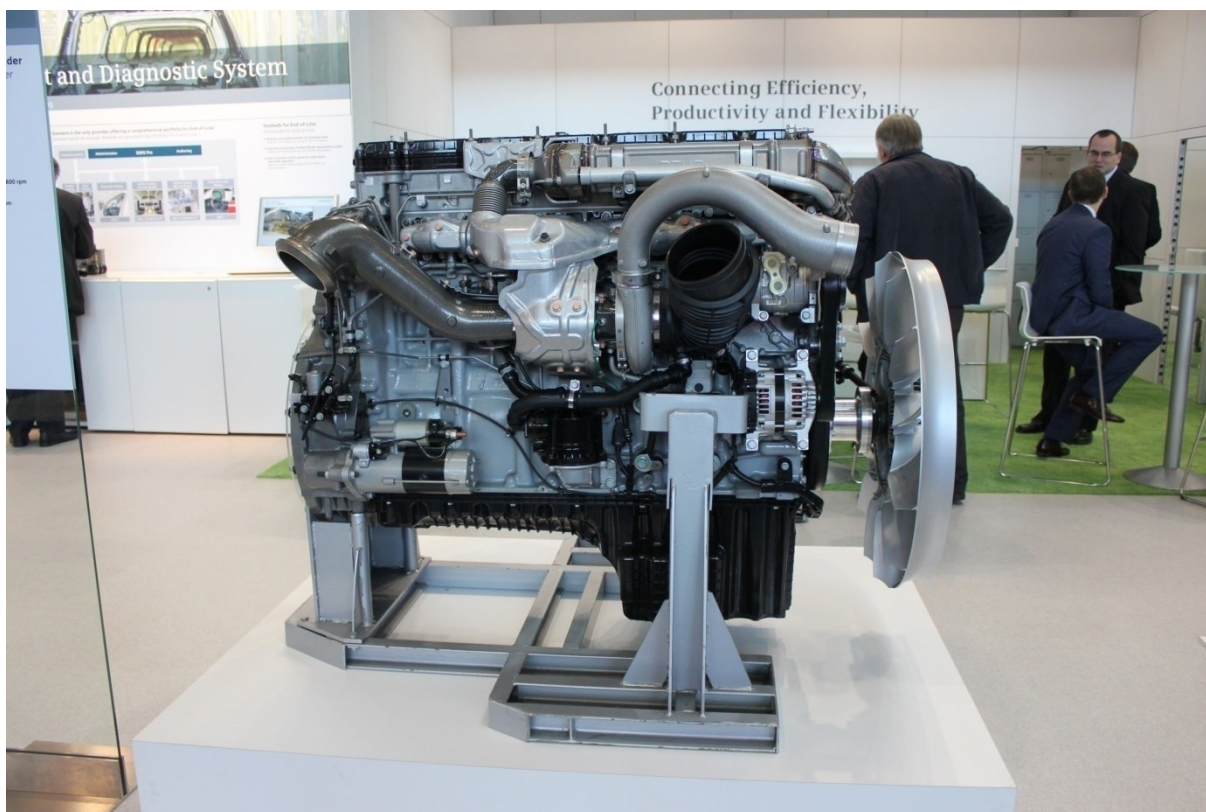


Obr. 1 Stand převodovky Subaru R4 firmy KAPS TRANSMISSION.[9]

Další kapitolou jsou výukové standy, které v současné době zažívají velký rozkvět. Hodně se nyní zaměřuje na to, aby pro studenty byla více srozumitelná problematika složení motorů a jejich částí. Stand nám dokáže názorně ukázat, jak co pracuje a kde je co umístěno. Když se zaměříme na studenty, jsou standy používané v praktické výuce daleko více poučné a zajímavější, než teoretická výuka. Velké přednosti jsou v možnosti si prakticky vyzkoušet, jak věci pracují a zamyslet se nad principem.

2.1 Statický stand

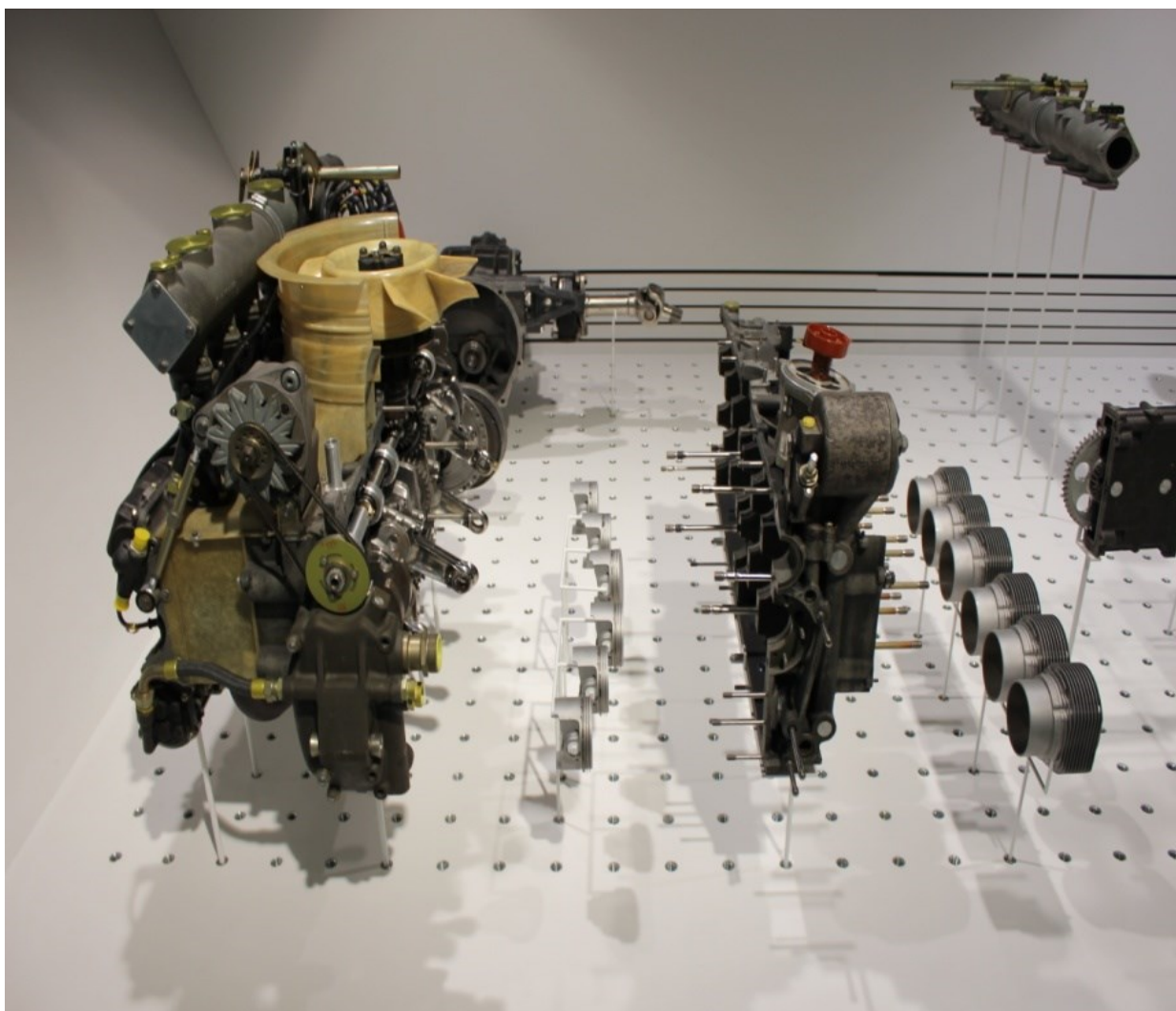
Tento stand motoru, je spíše jen ukázkový, nelze na něm příliš znázornit jednotlivé kanálky nebo vnitřní části, jedná se tedy takovou černou skříňku, kdy vidíme pouze obal, ale nikoliv vnitřní mechanické části. I takto vyřešené standy mají svůj přínos, jelikož lze vidět motor kompletní, prakticky tak, jak je uložen v karoserii automobilu. Jedná se o jednoduché provedení standu, které i tak je zajímavé, jelikož je vidět spousta řešené problematiky s umístěním jednotlivých komponent a velký díl inženýrské a designerské práce. Statický stand je vidět na **Obr. 2**.



Obr. 2 Statický stand.

2.2 Rozložený stand

Je charakteristický buď celistvým rozložením motoru s mezerami mezi jednotlivými částmi, nebo ponecháním jedné poloviny motoru v původním stavu a druhé poloviny rozložené na jednotlivé komponenty, mezi kterými je mezera pro přehlednost. V tomto případě polovina motoru, jak motor vypadá, protože je zde provedeno rozložení poloviny motoru na jednotlivé díly, tak jak jsou vloženy v sestavě motoru. U tohoto motoru je to výhodné, jelikož se jedná o půlený blok motoru, kterým se vyznačovali motory typu Boxer od Porsche. Díky rozložení poloviny motoru spolu s komponenty do jedné strany byl získán lepší náhled na komponenty, jak je vidět na **Obr. 3**. Jedná se zde o zajímavý pohled, kdy jedna polovina tvoří funkční celek a druhá polovina je odkryta.



Obr. 3 Rozložený stand 12-ti válcového motoru Porsche.

2.3 Stand s průřezem

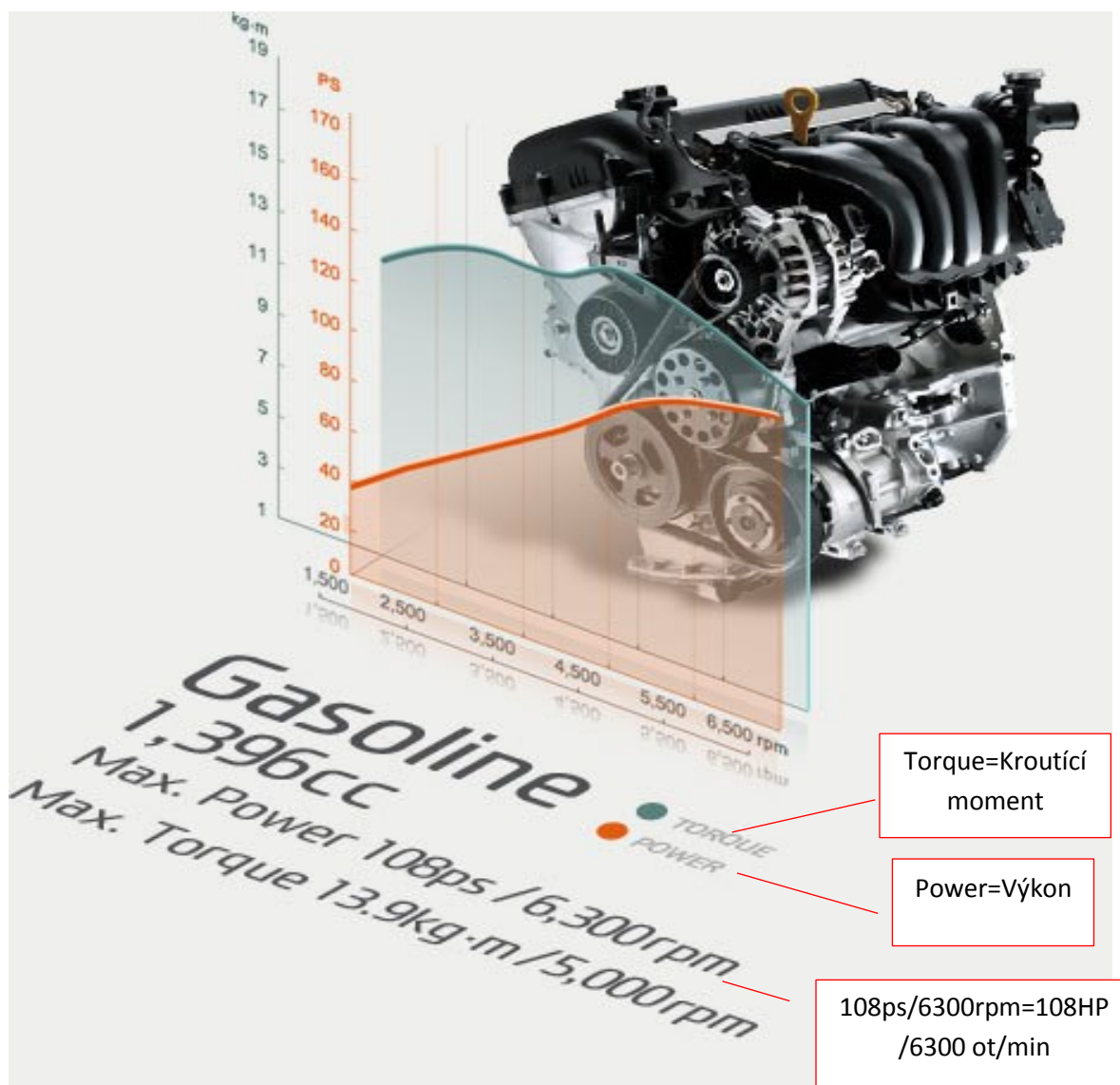
Je charakteristický tím, že na skryté zajímavé části jsou vedeny řezy tak, aby tyto části byly odhaleny a bylo možno do nich nahlédnout. Tento způsob je přehledný, protože motocyklový motor v tomto případě typu DOHC je podél hlavy a spalovacího prostoru rozdělen na polovinu v místě, kde je to pro řez příznačné, tak aby důležité věci, jako jsou sací a výfukové kanály, ventily, pružiny, vačka v hlavě a spalovací prostor spolu s pístem a ojnící byly vidět. Všechny součásti v řezu převodovkou částí, jako jsou spojkový koš, převodové kolečka, rozvodové kola a řetěz jsou v něm ponechány, pro názornou ukázkou sestavení. Výhoda spočívá v lepší orientaci uvnitř motoru a převodovky, jak je vidět na **Obr. 4**. Další výhodou je praktičnost při výuce. Lze se dívat na všechny části uvnitř motoru jak je co uchyceno, nebo jak se pohybují. Nevýhodou tohoto typu standu je, že motor je nenávratně zničen řezy. Tyto řezy musí být správně navrženy, jakmile by se stalo, že řezy budou vedeny špatně, má to za příčinu, že celý komponent je znehodnocen.



Obr. 4 Stand s průřezem.

2.4 Specifikace motoru použitého pro výrobu standu

Pro realizaci cíle bakalářské práce, kterým byl výukový stand ze spalovacího motoru byl zvolen dostupný motor z automobilu Hyundai, model **i30**. Jednalo se o motor 1,4i MPI CVVT. Hyundai **i30** patří do nižší střední třídy a je vyráběn jihokorejskou automobilkou. Motory se vyrábějí v benzínové a dieselové verzi. Benzínový motor 1,4i MPI CVVT je zobrazen na **Obr. 5**.



Obr. 5 Motor Hyundai i30.[4]

Základní motorizací modelu i30 z roku 2008 byl zážehový motor o objemu 1396 ccm, který nabízel výkon 80 kW. Dalším prodávaným typem, pro porovnání, byl motor s objemem 1593 ccm s 93 kW. Všechny tyto motory disponují 16V (16-ti ventilovou) technologií s přímým vstřikováním a proměnlivým časováním ventilů.

Technické parametry motorů používaných v modelech Hyundai i30 viz **Tabulka 1**

Tabulka 1 Technické parametry Hyundai i30.[10]

Technické parametry - Hyundai i30 hatchback			
Model	1.4 CVVT	1.6 CVVT	1.6 CRDi
Druh motoru	Zážehový	Zážehový	Přepíňovaný vznětový
Vrtání a zdvih	77,0 x 74,99	77,0 x 85,44	77,2 x 84,5
Počet válců / ventilů	4/16	4/16	4/16
Objem [cm ³]	1396	1591	1582
Největší výkon [kW/min-1]	80/6200	93/6200	66/4000
Největší točivý moment [Nm]	137/5000	157/4200	235/1750-2500
Pohon			
Poháněná kola	Přední	Přední	Přední
Spojka	-	-	-
Převodovka	5st.manual	5st.manual	6st.manual
Provozní vlastnosti			
Nejvyšší rychlost [km/h]	187	192	172
Zrychlení z 0 na 100 km/h [s]	11,6	10,8	13,9
Spotřeba - městský cyklus [l/100km]	7,6	8,0	5,7
Spotřeba - mimo město [l/100km]	5,2	5,2	4,1
Spotřeba - kombinovaná [l/100km]	6,1	6,2	4,7
Emise CO ₂ [g/km]	145	152	125
Plněný emisní předpis	EU5	EU5	EU5
Hmotnosti / Objemy			
Provozní hmotnost [kg]	1268-1368	1268-1368	1366-1470
Celková hmotnost [kg]	1720	1720	1820
Objem zavazadlového prostoru (l)	340	340	340
Objem nádrže (cca l)	53	53	53
Vnější rozměry			
Výška [mm]	1480	1480	1480
Délka [mm]	4245	4245	4245
Šířka [mm]	1775	1775	1775
Rozvor [mm]	2650	2650	2650
Rozchod vpředu [mm]	1546	1546	1546
Rozchod vzadu [mm]	1544	1544	1544
Pneumatiky rozměr	185/65 R15	185/65 R15	185/65 R15

Základní technické
parametry vozu a
použitého typu použitého
motoru z vozu.

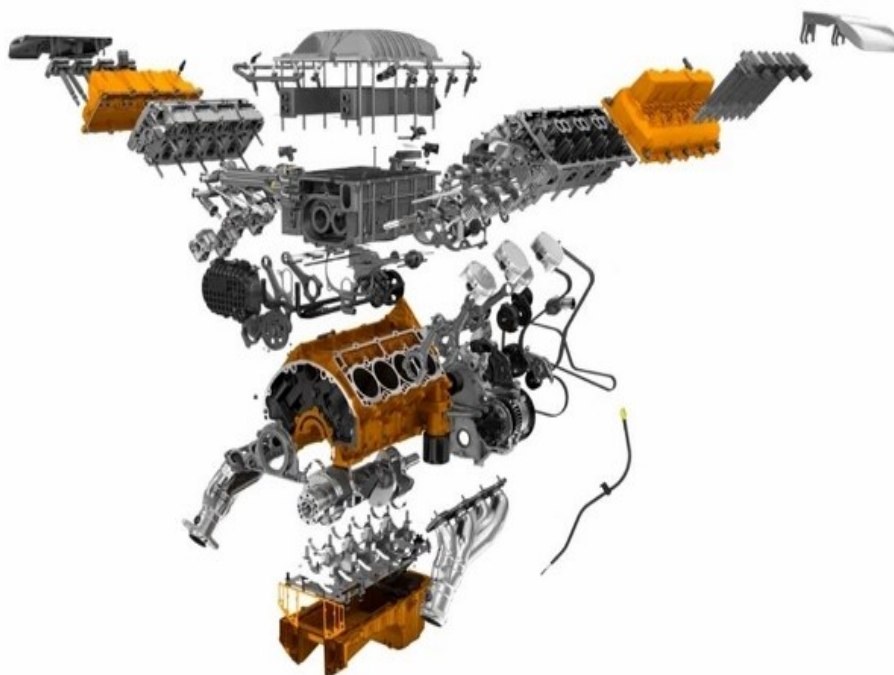
Automobil Hyundai i30 první generace, který je vidět na **Obr. 6**. Tento hatchback patří mezi vozidla nižší třídy. Převodovky u těchto vozidel byly buď 5-ti stupňová manuální, 6-ti stupňová manuální a 4 stupňová automatická převodovka.[8]



Obr. 6 Automobil Hyundai i30. [8]

2. Návrh realizace výukového standu spalovacího motoru

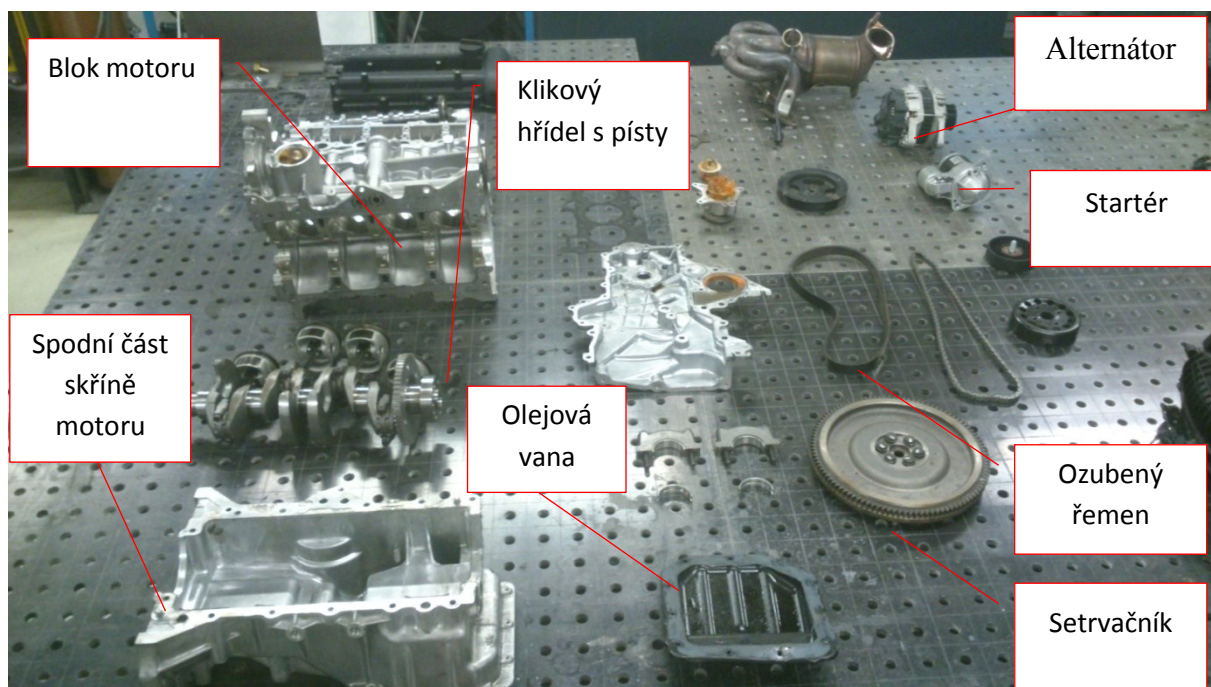
Tato část práce se zabývá přímo návrhem výukového standu spalovacího motoru. Před započítím výrobních operací bylo nutné dokonale promyslet - jak bude stand vypadat a jak budou rozloženy jednotlivé části motoru, jak budou na sobě držet, atd. Je potřeba celou sestavu vymyslet v souladu s možnostmi výroby. Byl vytvořen návrh nosného rámu pro motorový stand. Bylo zapotřebí zvolit si materiál, který by byl pro naše účely nejvíce vhodný svými vlastnostmi. Důležitým omezujícím faktorem byl ohled na velikost dveří do výukových učeben, kdy rám musí projít dveřmi o šířce maximálně 80 cm a dalším požadavkem byla mobilita rámu. Je zde nutnost přípravy polotovarů a také jejich dělení pro výrobu nosného rámu, ve kterém bude motor usazen. Motor bylo nejdříve nutné rozložit na jednotlivé součásti. Tyto součásti následně očistit a udělat přípravu pro samotnou instalaci. Z důvodů požadované názornosti jednotlivých komponent byla zvolena cesta, kdy motor bude rozložen na jednotlivé části, které budou od sebe následně odsunuty o stanovenou míru. Takto by měl být motor názorný pro následnou výuku, kde bude motor upotřeben. Jednotlivé části budou poskládány nad sebou a připevněny pomocí závrtných tyčí, které vložíme do otvorů. Využijeme proto stávající otvory pro šrouby, pomocí kterých se jednotlivé části motoru pevně spojí. Nedojde tak k nenávratnému poškození jednotlivých dílů, jak by došlo u standů s průřezem, či podobných. Výše popsaný návrh byl vytvořen na základě inspirace z **Obr. 7**



Obr. 7 Rozložený motor Dodge Charger SRT Hellcat.[5]

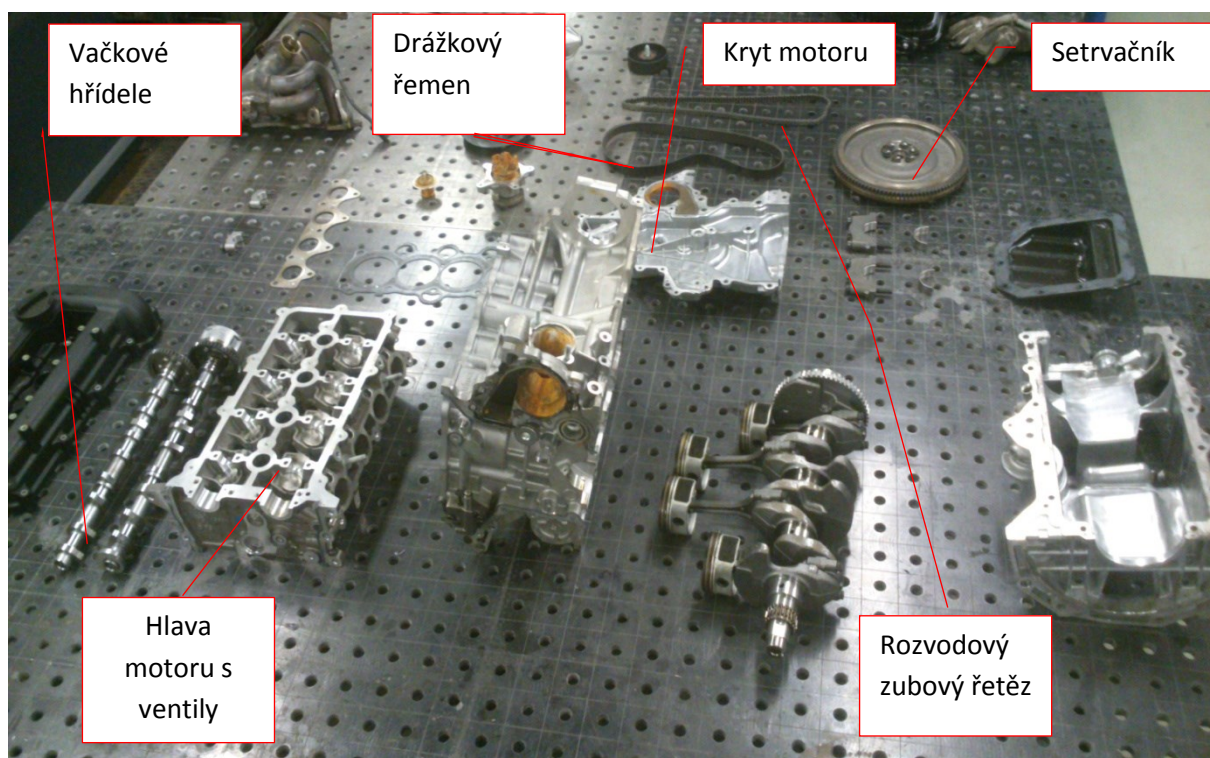
3.1 Rozložení motoru

Pro vytvoření standu byla nutná demontáž motoru a jeho rozložení na jednotlivé díly (součásti), viz **Obr. 11**. Mezi základními součástmi je blok motoru, klikový hřídel s písty, setrvačnick, alternátor, startér, ozubený řemen, katalyzátor, kladky, olejová vana. Drobné součásti, jakou jsou krycí plechy, drobné držáky nebudou ve standu zbytečně instalované. Všechny použité části na standu, viz **Obr. 8**, **Obr. 9**, **Obr. 10** byly rozloženy na dílčí celky, které budou následně instalovány do jednotlivých bloků standu.



Obr. 11 Rozložený motor na svařovacím stole.

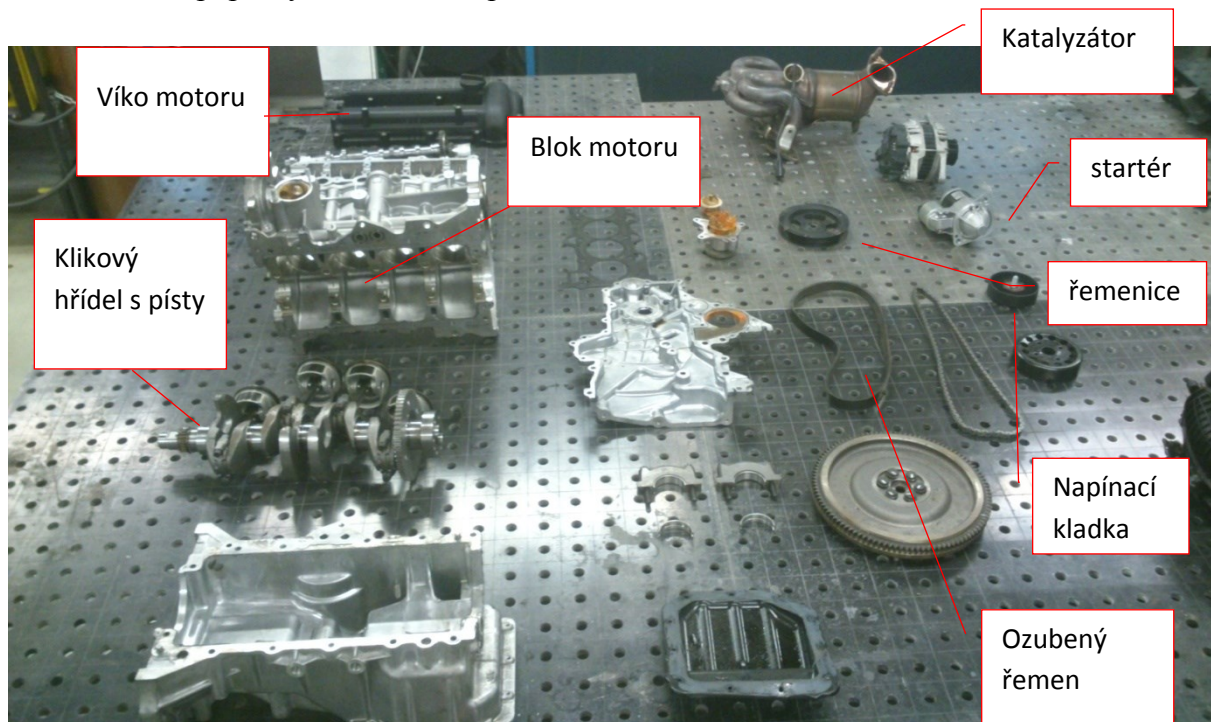
Na dalším obrázku (**Obr. 12**) je patrná hlava motoru, Vačkové hřídele (jsou dva, jedna pro výfukové ventily a druhý pro sací ventily), rozvodový řadový řetěz, kryt motoru, setrvačník.



Obr. 12 Jednotlivé díly rozložené na svařovacím stole.

3.2 Části motoru

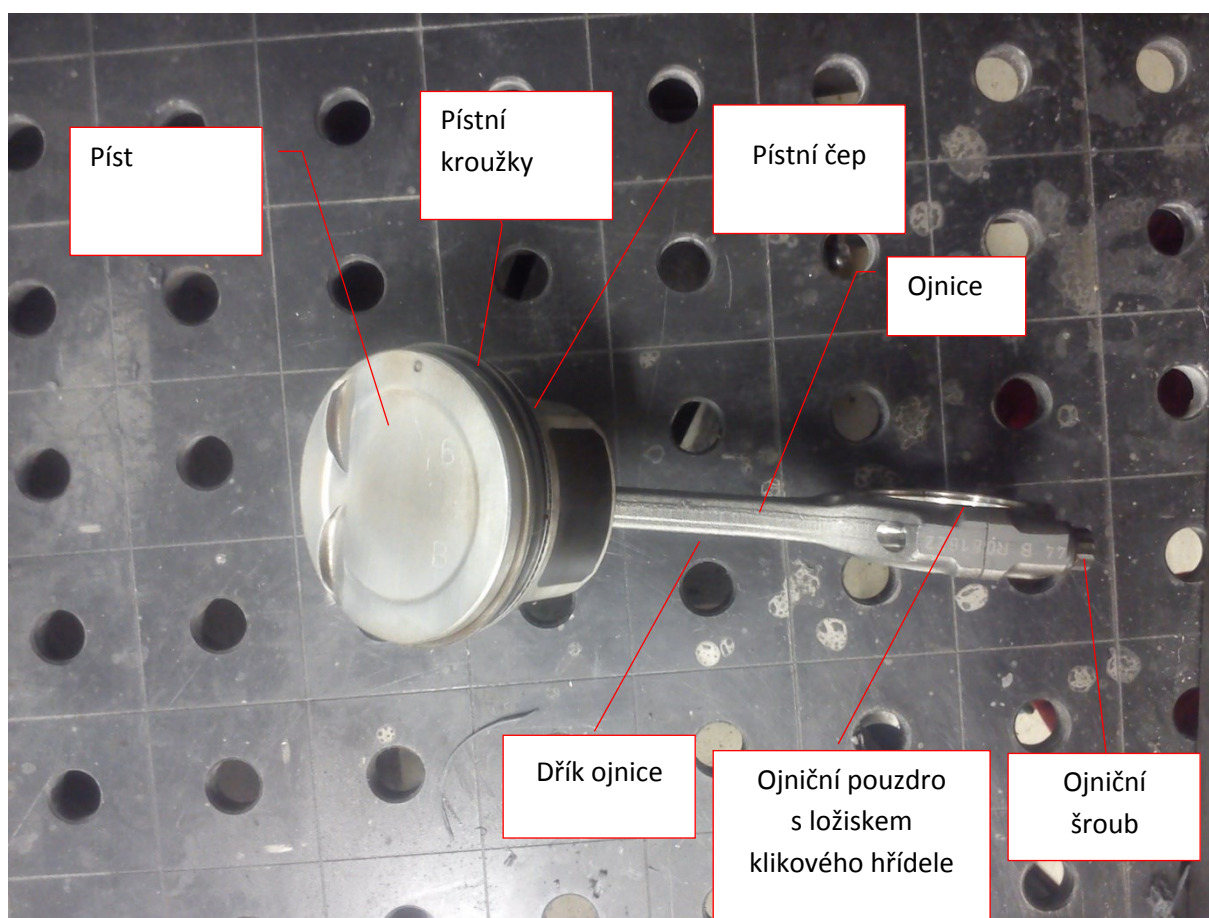
Jednotlivé součásti, které jsme si připravili, bylo zapotřebí očistit a připravit na další instalaci do standu jak je vidět na **Obr. 13**. Každá ze součástí má v motoru jinou a hlavně důležitou úlohu, která je potřebná k tomu, aby motor mohl správně fungovat. V následujících bodech budou popsány důležité části použitého motoru.



Obr. 13 Části motoru na svařovacím stole.

3.2.1 Píst

Jednou z nejdůležitějších součástí je píst, který vidíme na **Obr. 14**. Píst se skládá z ojnice, dříku ojnice, paty ojnice a samotného pístu. Píst slouží k přenosu sil mezi mechanickým zařízením a médiem. Píst pohybující se ve válci, je zapotřebí mazat olejem. Máme v pístu kroužky. Tyto kroužky zajišťují těsnost mezi pístem a válcem. Kroužky v pístech jsou i z důvodu tepelné roztažnosti pístu a stěn válců. V pístu jsou kroužky poskládané jako první je kompresní kroužek, dále pod ním se nachází polostírací a jako poslední je stírací kroužek. Pístní čep součást, která spojuje píst s ojnící. Pístní čep musí odolávat velkým silám, které v motoru vznikají.

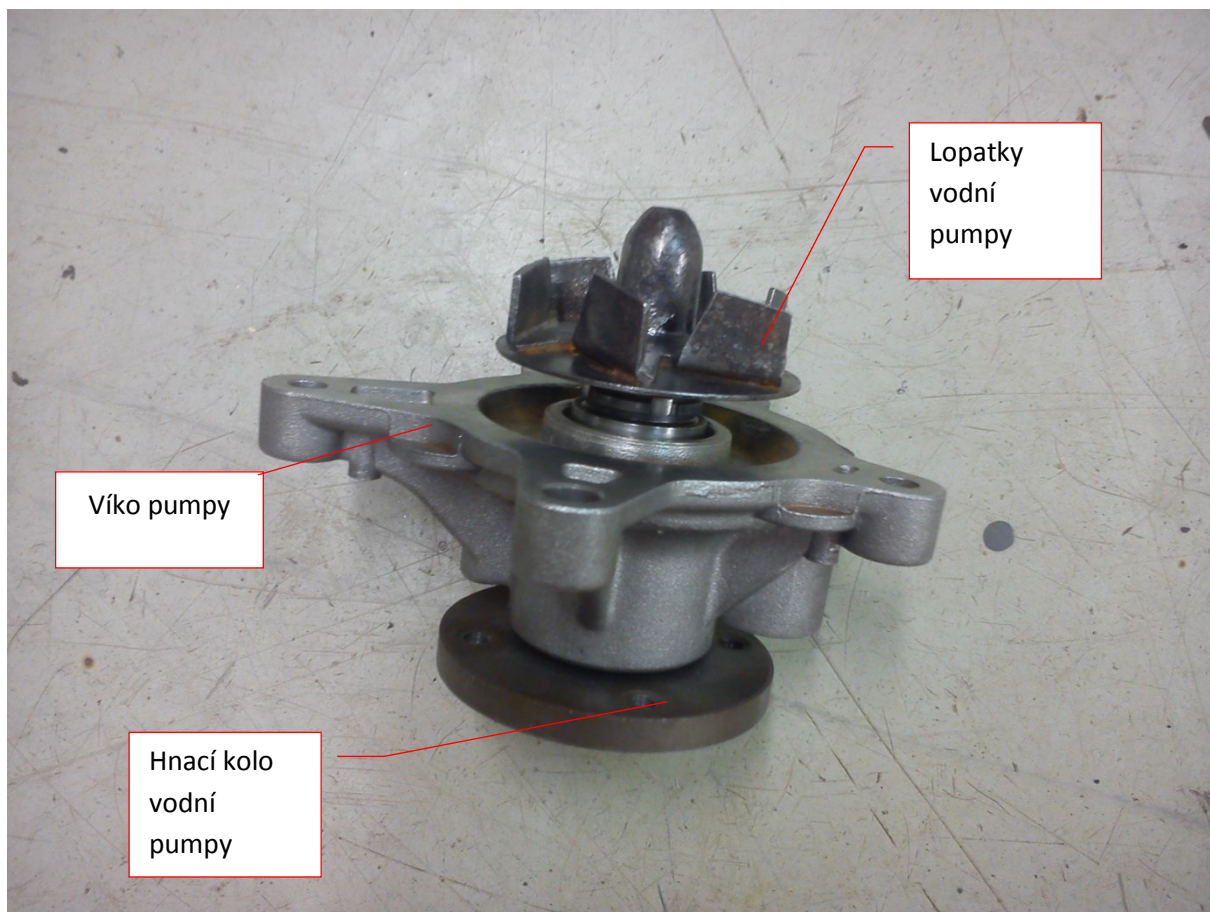


Obr. 14 Píst s ojnící.

Písty jsou nejčastěji vyráběny z oceli. Jsou to velice namáhané součásti, které musejí odolávat vysokým teplotám a velkému mechanickému namáhání vznikajícímu ve válcích.

3.2.2 Vodní pumpa

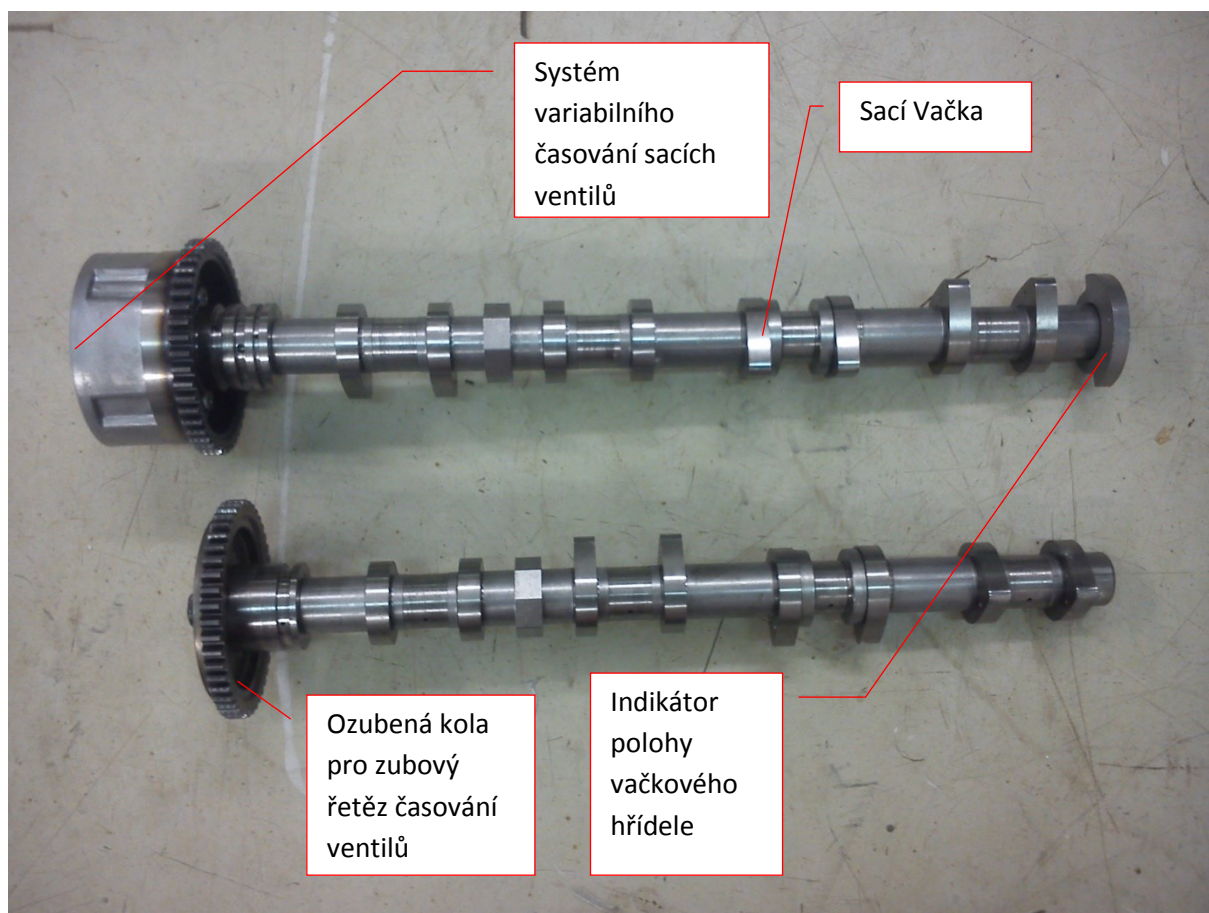
Toto zařízení je důležité z hlediska chlazení motoru. Pumpa napomáhá k lepšímu proudění chladicí kapaliny, která musí být po motoru hnána tak, aby se dokázaly všechny součásti správně chladit. Jako chladicí médium se používá v motorech voda, ve které jsou přidány látky pro zvýšení bodu varu, odbourání usazenin. Vodní pumpa je vidět na **Obr. 15**.



Obr. 15 Vodní pumpa.

3.2.3 Vačkový hřídel

Vačkový hřídel, který je vidět na **Obr. 16** slouží v motoru k otevírání sacích a výfukových ventilů, které jsou nezbytnou součástí každého motoru. Sací ventily slouží ke vhánění paliva do prostoru válců a naopak výfukové ventily zase k vypouštění výfukových plynů. Vačkový hřídel se dá nastavovat během jízdních režimů pomocí časování. Vačka zajišťuje převod točivého momentu na posuvný a to v přesně danou dobu.



Obr. 16 Vačkové hřídele.

Vačkový hřídel je spojený s klikovým hřídelem v poměru 1:2 to znamená, že vačkový hřídel udělá jednu otáčku, ale klikový hřídel udělá otáčky dvě.

3.2.4 Termostat

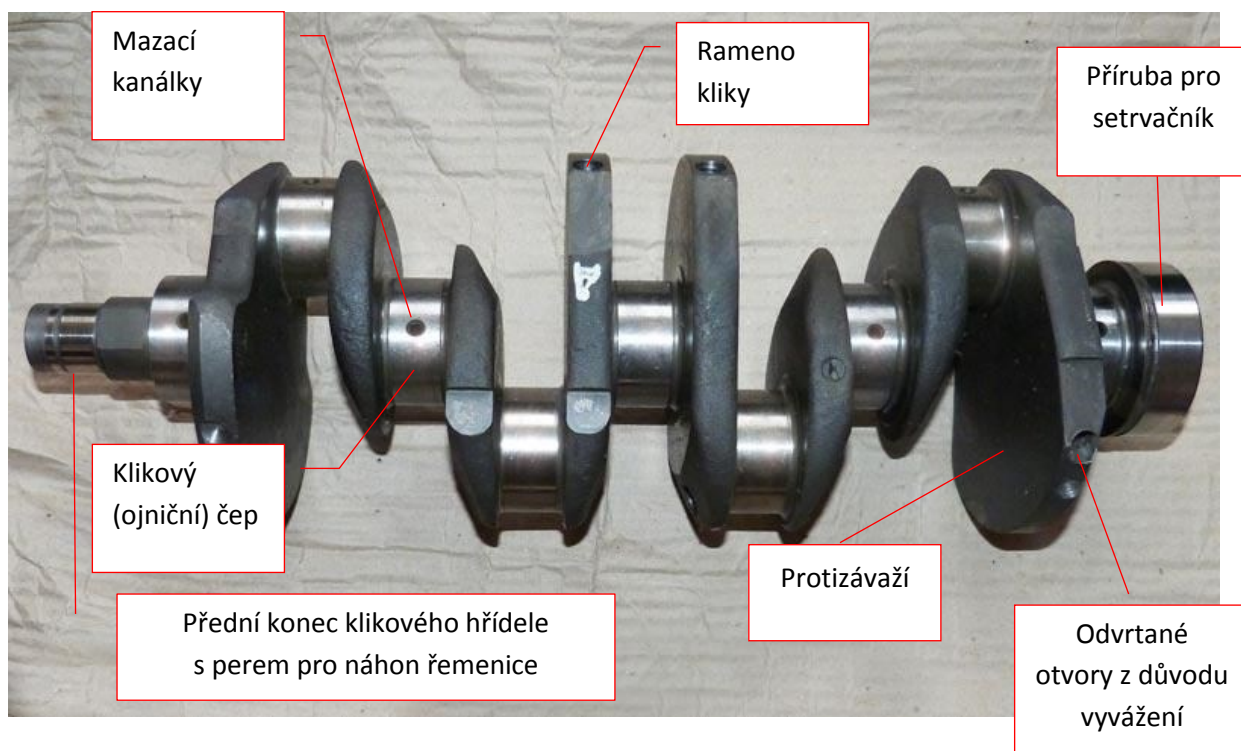
Je to zařízení, které udržuje v motoru konstantní pracovní teplotu. Pomocí parafínového tělesa, které při dosažení určité teploty (přibližně kolem 90 °C, dle typu motoru) otevírá ventil termostatu, viz. **Obr. 17** a umožňuje proudit ohřáté vodě přes přední náporový chladič (tzv. „dlouhý okruh“). Motor musí dosáhnout správné provozní teploty, jestliže nebylo dosaženo prohřátí, termostat je vypnutý a vodní čerpadlo, prohání chladící kapalinu pouze tzv. „krátkým okruhem“. Parafínový termostat se v současnosti využívá u všech automobilových motorů. Správná teplota motoru zajistí správný chod a životnost a zamezuje přehřívání, které by mohlo vést k poškození.



Obr. 17 Termostat.

3.2.5 Klikový hřídel

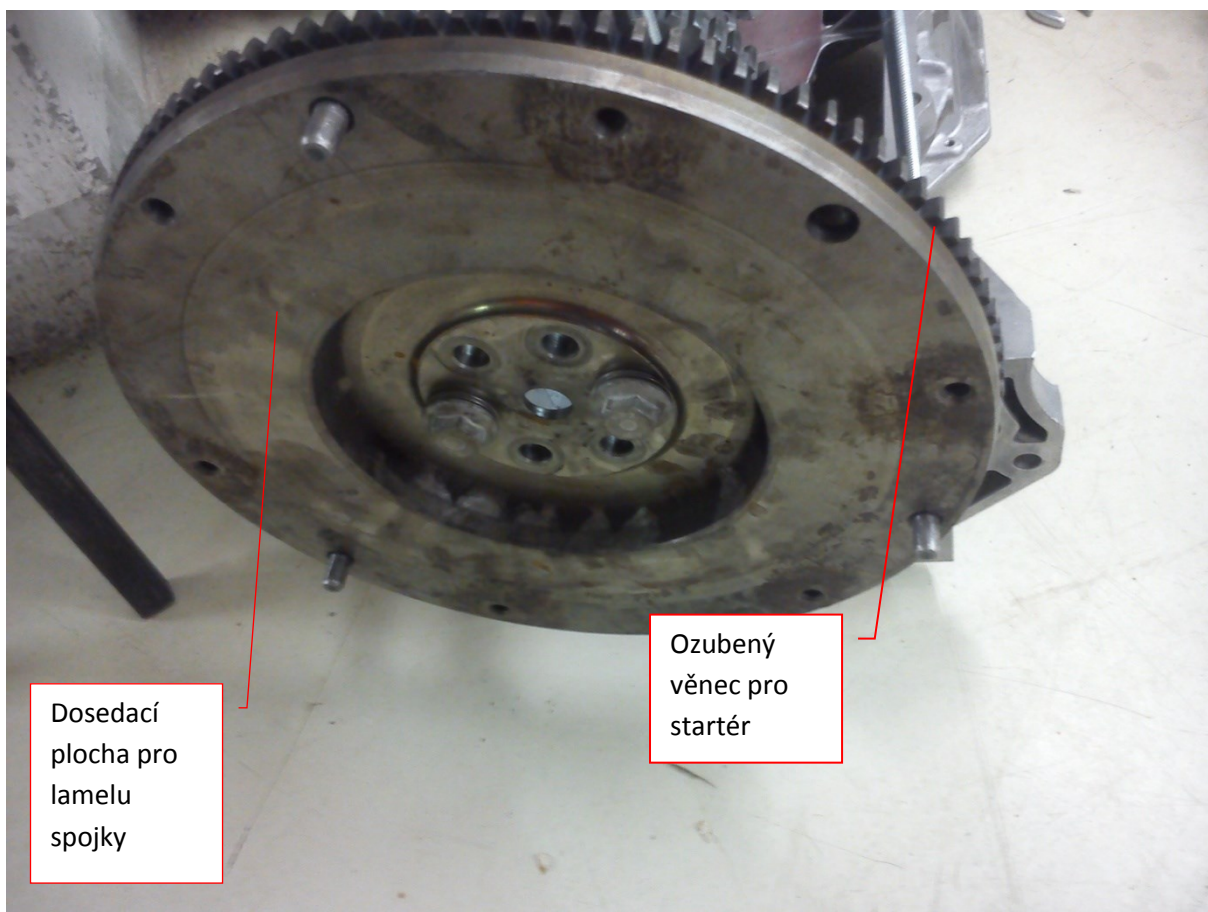
Klikový hřídel je součást motoru, která mění přímočarý pohyb na rotační nebo naopak. Je to základní část pístových motorů. Na klikovém hřídeli se nachází ojniční čepy. Pro dokonalejší vyvážení klikového hřídele je zde umístěno protizávaží. Mazání klikového hřídele je zajištěno pomocí kanálků uvnitř klikové hřídele. Klikový hřídel vidíme na **Obr. 18**. Klikový hřídel může být vyroben z jednoho kusu materiálu odléváním, nebo zápusťkovým kování a následným třískovým obráběním. Další možností je, že může být složen z několika částí. Jako materiál pro výrobu klikového hřídele se většinou využívají šedé litiny.



Obr. 18 Klikový hřídel.

3.2.6 Setrvačník

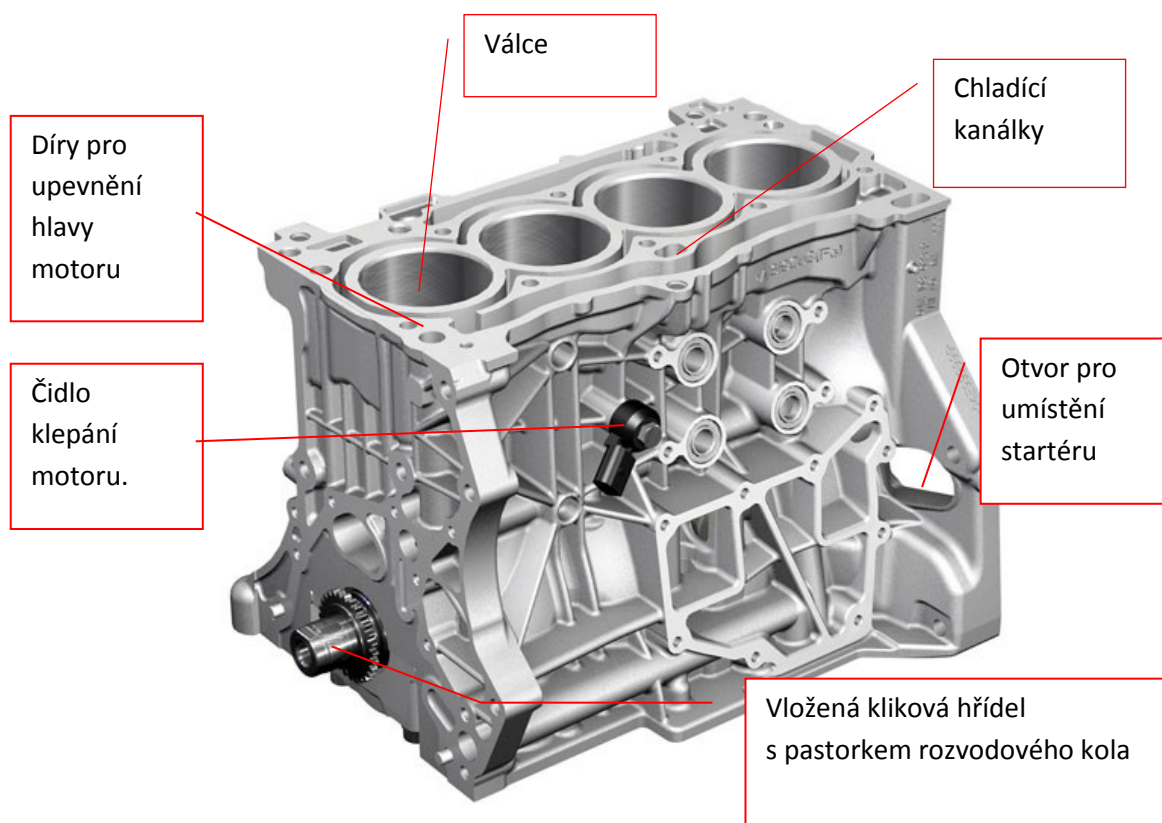
Setrvačník zobrazený na **Obr. 19** je zařízení, které slouží pro akumulaci kinetické energie, kdy podstatný vliv na klidný chod motoru a jeho nástupu do otáček, teoreticky čím vyšší má hmotnost, tím je docílen klidnější chod motoru (samozřejmě, že to platí jen do určité míry). Účelem je vstřebávat tolik energie, aby byl překonán pasivní odpor při nepracovních zdvizích. Na setrvačníku je umístěn ozubený věnec, který slouží k rozběhnutí motoru. Do ozubeného věnce setrvačníku se při startování ze startéru vysune pastorek, který zaskočí do ozubeného věnce setrvačníku a roztočí jej. Tím rozběhne celý motor. Dosedací plocha pro lamelu spojky na setrvačníku slouží jako přítlačná plocha pro spojkovou lamelu. Hmotnost u jednohmotého setrvačníku se pohybuje okolo 12 kg, pro představu (pozn.- závisí na typu motoru, například 12-ti válcové motory už samy o sobě mají takovou setrvačnou hmotu, že setrvačník je zde pouze z důvodu funkce spojky a startu).



Obr. 19 Setrvačník.

3.2.7 Blok motoru

Jedná se o konstrukční část motoru, která má v sobě umístěno několik válců. Jedná se o válce, ve kterých se pohybují písty. Blok může být konstruován jako oddělený nebo spojený s klikovou skříní. Oddělený blok s klikovou skříní bývá zpravidla spojen šrouby. Blok motoru Hyundai 1,4i MPI CVVT je zobrazen na **Obr. 20**. Bloky motorů se nejčastěji odlévají z šedé litiny anebo lehkých hliníkové slitiny (námi použitý motor Hyundai 1,4i MPI, CVVT). Z hořčíkové slitiny se bloky vyrábějí jen sporadicky a to jen díky tomu, aby byla snížena hmotnost a zvýšena pevnost materiálu. Nejčastěji využívá v leteckých motorech a sportovních motorech určených pro vysoké výkony. Litinové bloky mají oproti slitinám hliníku výhodu, že mají v sobě grafit, který zlepšuje kluzné vlastnosti a vysokou odolnost proti opotřebení. Nevýhodou litinových bloků je ve vyšší hmotnosti, nežli to je u bloků ze slitin hliníku. Výhoda hliníkových slitin je menší měrné hmotnosti, ale protože, má nižší pevnostní vlastnosti musí mít stěny silnější.



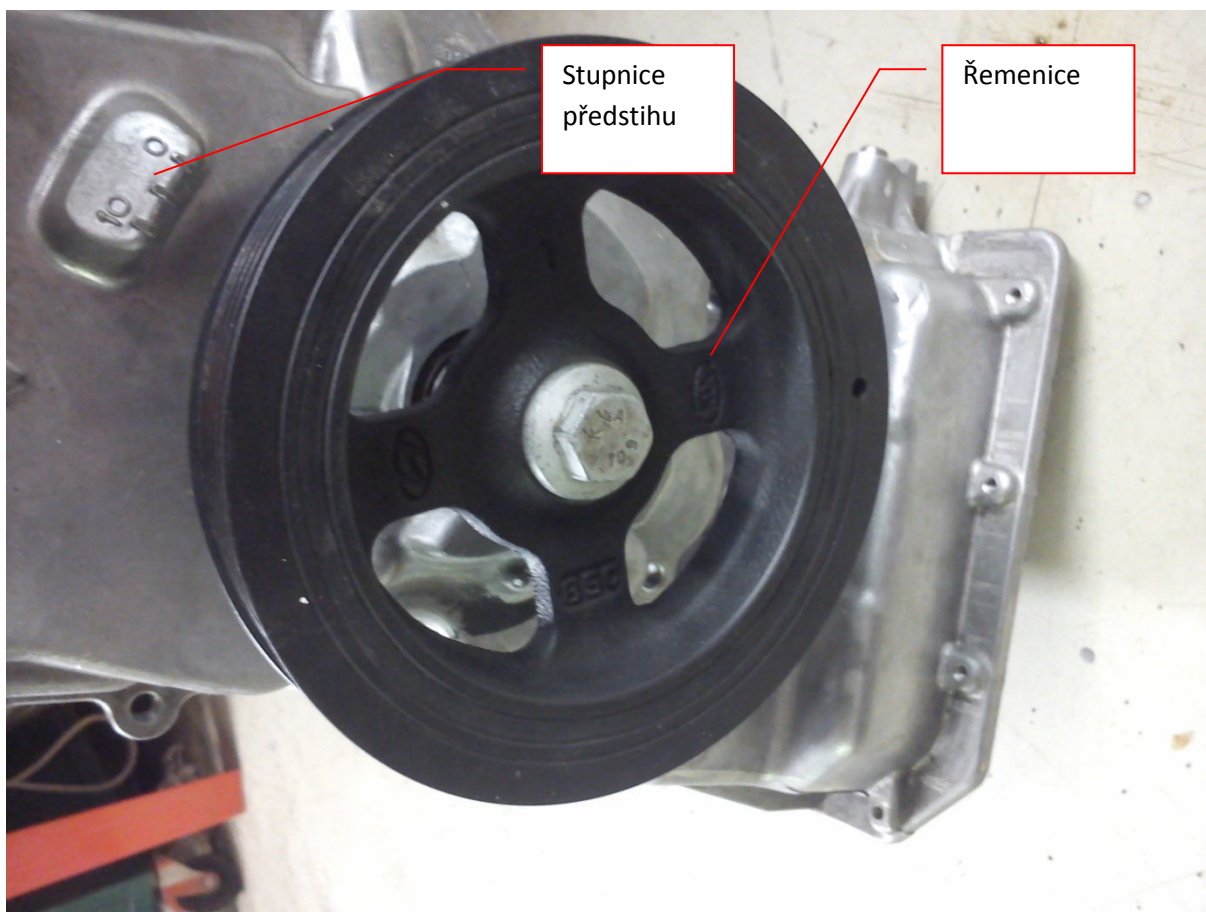
Obr. 20 Blok motoru.[3]

Uvnitř bloku motoru se nachází kanálky, které slouží ke chlazení celé součásti. Blok je uzavřen z jedné strany hlavou válců a z druhé klikovou skříní.

3.2.8 Řemenice

Je to součást řemenového převodu viz **Obr. 21**, která přenáší energii z klikového hřídele na řemen a tím pohání komponenty, které jsou na něm umístěny. Tvar řemenice je závislý na tvaru řemene. Je to součást, která přenáší moment na další poháněné části. Od řemenice je poháněno vodní čerpadlo, alternátor a další komponenty na něj připevněných.

Stupnice předstihu – pomáhá při kontrole správně nastaveného předstihu. Kontrola se provádí pomocí stroboskopické lampy, která blikne přesně v moment zapálení, hodnota předstihu se odečte na stupnici. Hodnota předstihu je závislá na otáčkách motoru a bývá 5 14°před HÚ (horní úvrat' pístu).

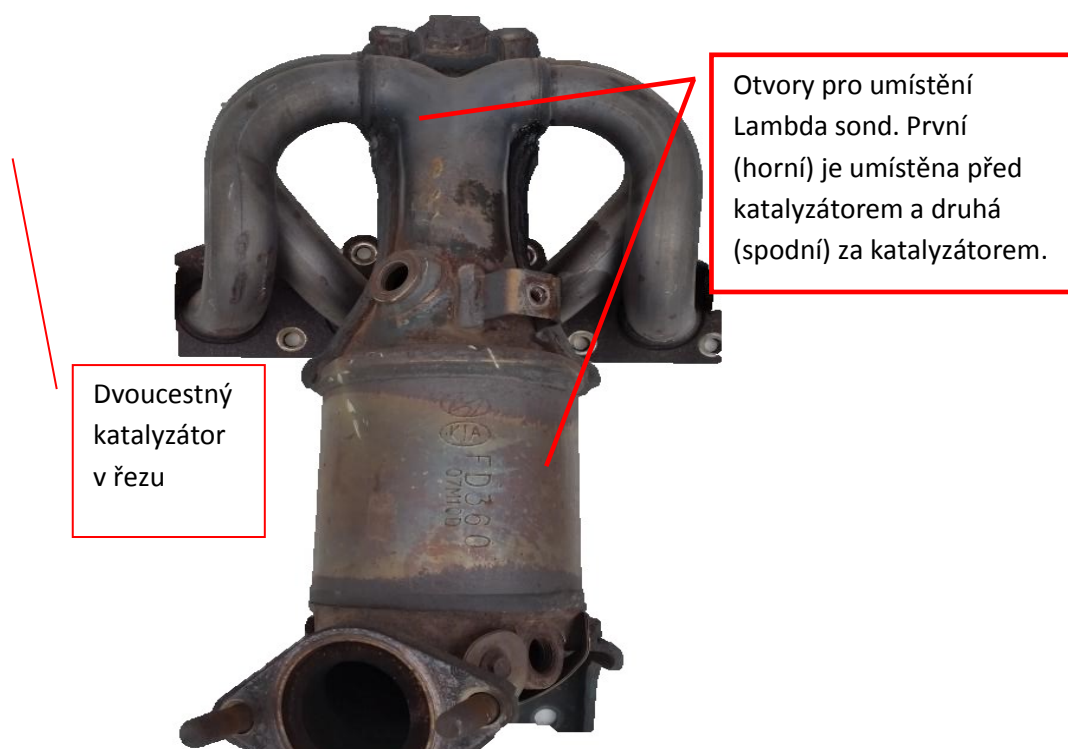


Obr. 21 Řemenice.

3.2.9 Katalyzátor

Katalyzátor výfukových plynů viz **Obr. 22** snižuje množství škodlivin, které jsou obsaženy ve výfukových plynech a redukcí je převádí na méně škodlivé látky. Na nosiči (jemná struktura s velkou plochou) z keramiky nebo oceli je tenká vrstva katalytické vrstvy. Oxidační vrstva je platina a redukční vrstva je tvořená rhodiem. Provozní teplota katalyzátoru je od 400 do 800°C a v této oblasti teplot dochází k oxidaci CO a nespálených spalín na oxid uhličitý a vodu. Součástí katalyzátoru je lambda sonda, která reaguje na složení spalín (obsahu zbytkového kyslíku ve spalínách) a tím dává zpětnou vazbu řídicí jednotce jak upravit poměr směsi na optimální úroveň. Tím se zabrání detonačnímu spalování při chudé směsi a zničení katalyzátoru a zároveň při příliš bohaté směsi zamezí nedokonalému spalování. Katalyzátor je umístěn co nejbližší motoru, aby se zabezpečil co nejrychlejší náběh katalytické reakce (rychlost náběhu závisí na rychlosti zahřátí).





Obr. 22 Katalyzátor výfukových plynů[12]

3. Realizace výroby výukového standu spalovacího motoru.

Realizace projektu byla započata úvodní dokumentací. Byla potřeba navrhnout konstrukci motorového standu, který byl vykreslen v autocad mechanical. Pomocí tohoto programu, byl navržen celkový pohled na rám a jeho rozměry. Bylo potřeba si rozvrhnout materiál, který bude použit a další technické pomůcky. Dále byly z motoru odmontovány díly a rozvrženy na stůl a tím se udělala představa o vizuální podobě standu. Ty byly následně připraveny pro další použití ve standu. Když byly tyto podmínky splněny a vše bylo připraveno, tak se mohlo přistoupit k samotné realizaci výroby výukového standu. Samotná konstrukce standu motoru probíhala v laboratoři stavby automobilů.

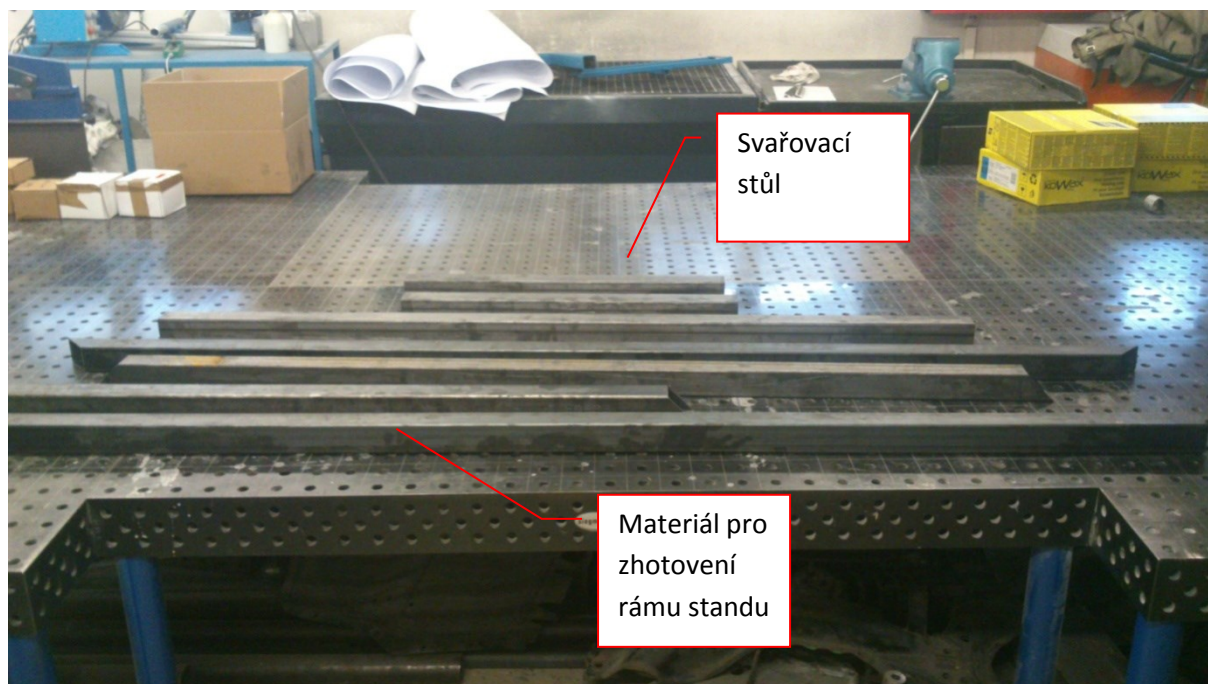
4.1 Volba materiálu a příprava

Pro nosnou konstrukci rámu byla zvolena standardní konstrukční ocel s označením 11 373 s jakostí S 235, jmenovitě čtvercový profil 50 x 2 mm. Jedná se o velice dobře svařitelný materiál. Na základě návrhu ve výkresu byl zhotoven dělicí plán materiálu. K dělení materiálu jsme použili pilu Bomar typ 275.230 DG, která je na **Obr. 23**.



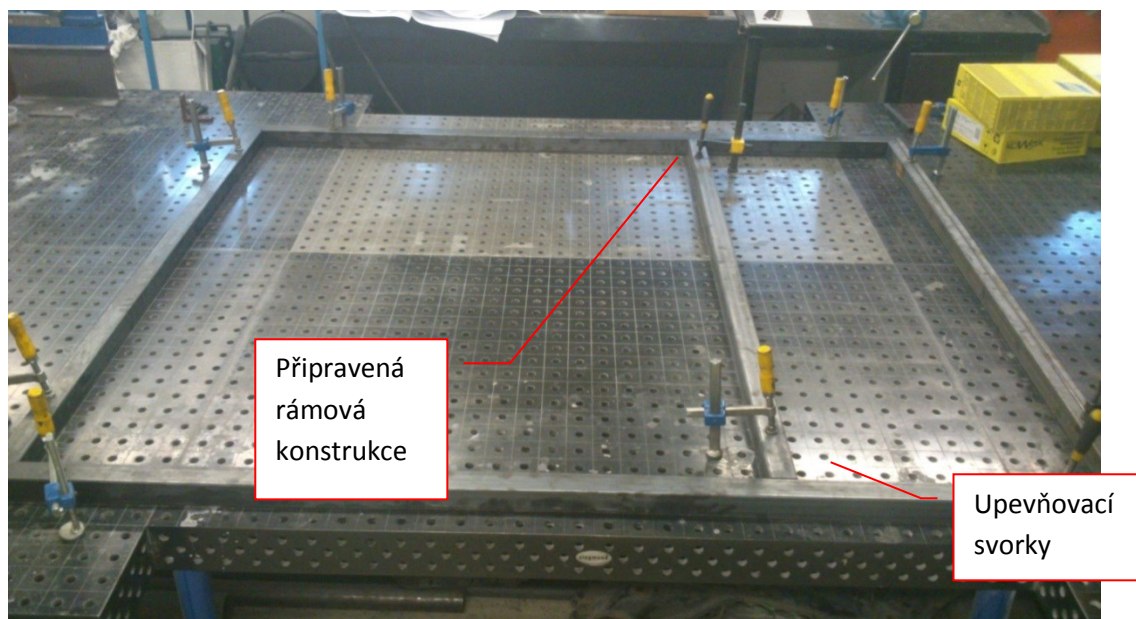
Obr. 23 Pásová pila Bomar 275.230 DG.

Profily byly rozděleny pod úhlem 45° na části, které budou dále trvale spojeny k sobě pomocí svařování. Profily byly po dělení začištěny na hranách (odjehleny) a připraveny ke svařování, které probíhalo na svařovacím stole, který je vidět na **Obr. 24**.



Obr. 24 Připravený materiál pro svařování.

Po přeměření a nachystání, byly profily rozloženy a upevněny pomocí svorek viditelných na **Obr. 25**. Materiál se připevnil svorkami tak, aby profily byly správně nastaveny a připraveny pro přesné svaření.



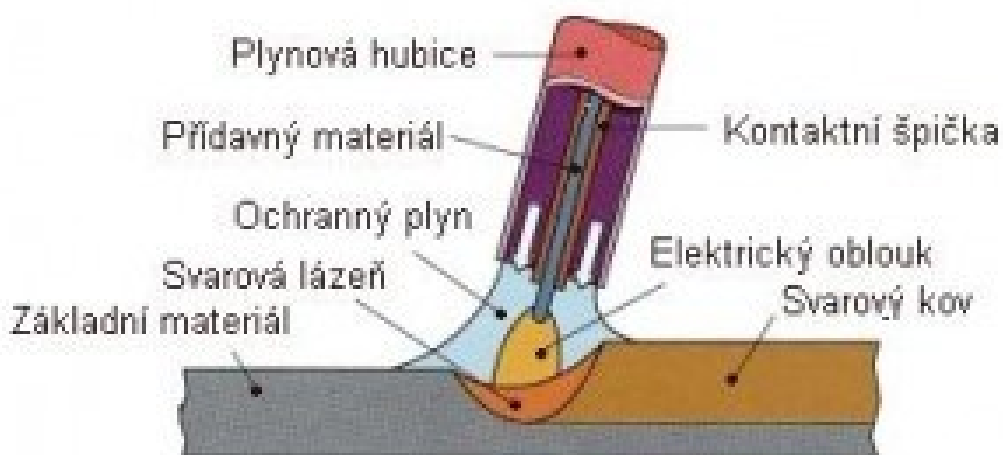
Obr. 25 Konstrukce připevňená ke svařovacímu stolu.

4.2 Svařování

Svařování je technologický proces, při kterém dochází k vytvoření nerozebíratelného spojení strojních součástí i celých konstrukcí ze součástí jednoduchých tvarů. Tyto součásti jsou většinou z hutních polotovarů (tyče, pásy, plechy, profily) někdy i výkovků a odlitků. Výhodou je vysoká trvanlivost, velká pevnost, těsnost, velká produktivita práce, zjednodušuje konstrukci. Nevýhody je především potřeba kvalifikovaných pracovníků, změna struktury a mechanických vlastností svarového spoje, vznik vnitřního pnutí a deformace.[6]

4.2.1 Svařování MAG

Metoda obloukového svařování tavící se elektrodou v ochranném plynu využívá teplo elektrického oblouku mezi kontinuálně dodávaným drátem (elektrodou) a svařencem. Během tohoto procesu je odtavovaný drát přenášen do místa svařování. Roztavený drát a svarová lázeň je chráněna ochranným plynem. Ochranná atmosféra je dodávána výhradně externím zdrojem a to zásobníkem plynu tlakové láhve nebo rozvod plynu. Svařování je vidět na **Obr. 26.** [7]



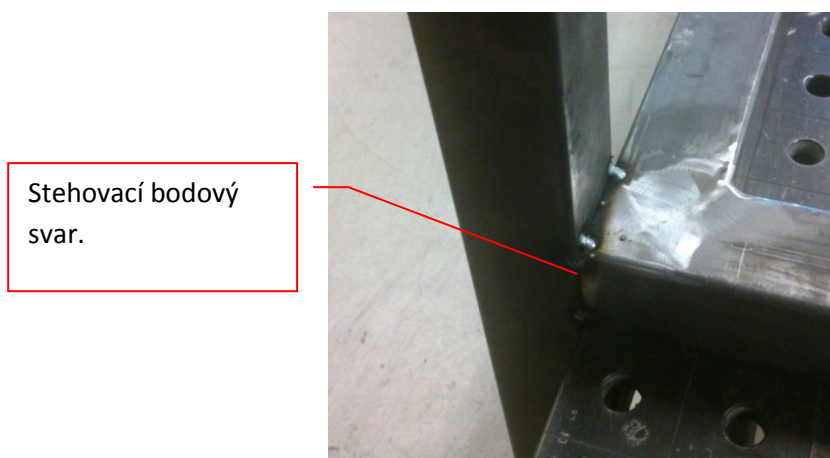
Obr. 26 Svařování MAG [1]

Svářečka Alf 320 je tří fázový svařovací stroj, který je určený pro zámečnické a konstrukční práce. Svařuje ocel nerez a hliník, Naše parametry svařování byly zvoleny 90 A a 21.8 V. Jako ochranný plyn byl použit směsný plyn obsahu 82% Ar a 18% CO₂ s průtokem 12 l/min. Rychlost svařování 4,5 m/min. Přídavný drát byl zvolen ESAB OK Outrod 12.51. Tímto nastavením bylo zaručeno správné svařování. Svářečka ALFAIN ALF 320 s nastavením při svařování je vidět na **Obr. 27**.



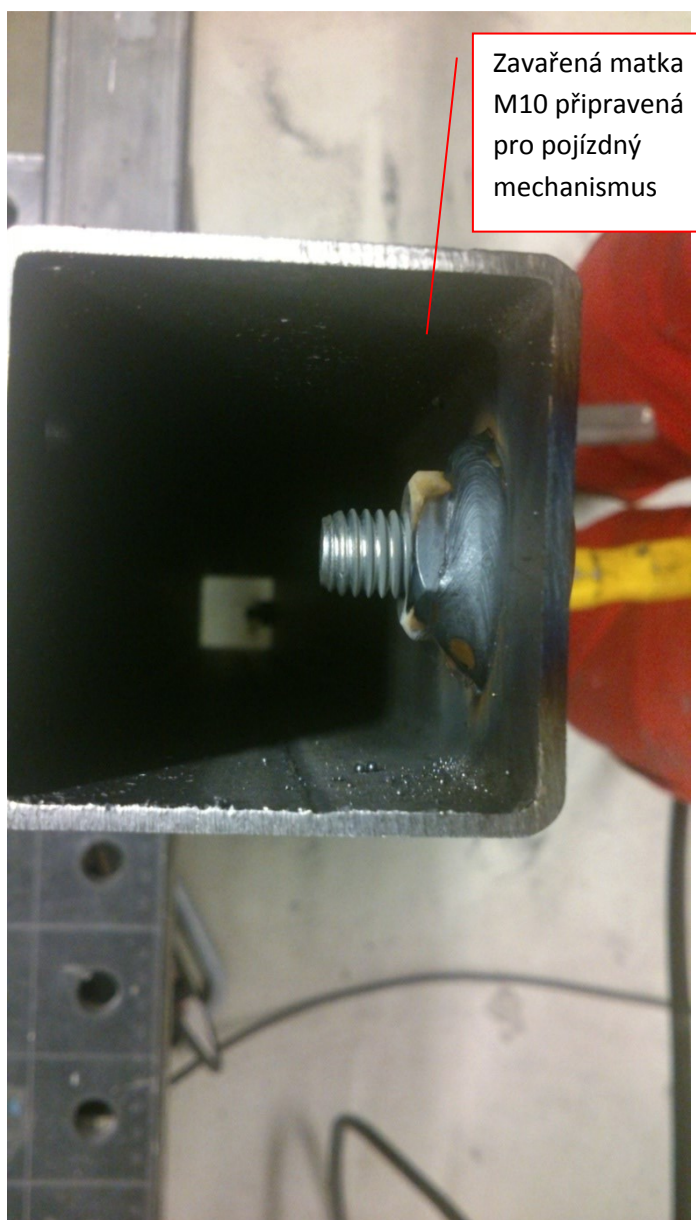
Obr. 27 Svářečka Alf 320.

Každá součást po očištění a přidržení pomocí stahovacích svorek byla pečlivě nastehována svarovým bodem před zavařením. Tímto způsobem jsme upevnily všechny části rámu motorového standu. Jak je vidět na **Obr. 28**. Po nastehování došlo k zavaření.



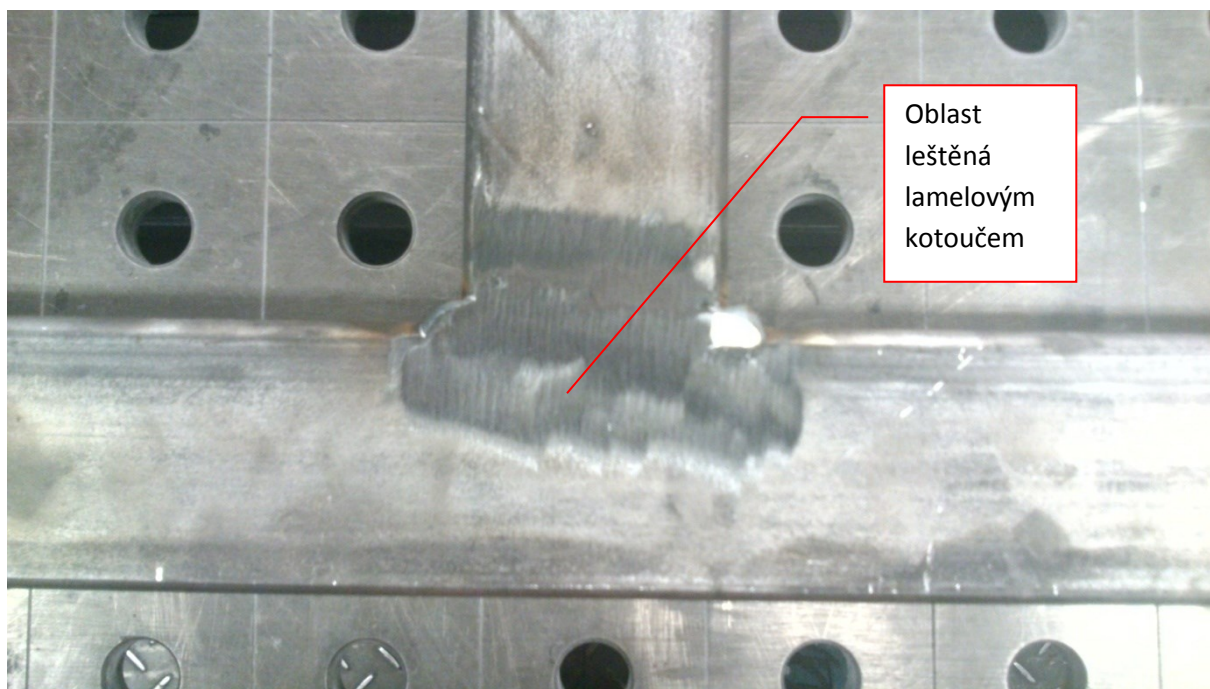
Obr. 28 Nastehování dílů.

Pro lepší manipulaci byl navržen systém, díky kterému se bude pohybovat. Do stojných nohou byly vyvrtány otvory vrtákem o průměru 10 mm a jím pak prostrčen šroub, na který byla našroubována matka M10 a ta byla následně zavařena. Matky byly určeny pro přídavná kolečka, která se našroubují ze spodní části. Po stranách, kde jsou vidět otvory, budou nasazeny plastové zátky 50 x 50 mm. Kolečka připevněny šroubem s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem M10 x 30, viz **Obr. 29**.



Obr. 29 Navařená matka pro pojízdný mechanismus.

Po celkovém zavaření konstrukce bylo zapotřebí všechny svařované části pečlivě zaleštit pomocí úhlové brusky a lamelového kotouče s drsností 80. Takto zaleštěná plocha je vyobrazena na **Obr. 30**.



Obr. 30 Očištěná oblast svaru.

Po pečlivém zaleštění je stand připraven k povrchové úpravě a dalším nezbytným operacím.

4.3 Čištění motorových částí

Další součástí výrobního procesu standu bylo zapotřebí, aby každá ze součástí, která bude použita na stand byla očištěna od nečistot. Stand je ukázkový, proto je nutné dbát na čistotu jednotlivých komponent.

Jako první část na ošetření byl použit mycí stůl, na kterém, jsme ze součástí odstranily mastnotu a další nečistoty pomocí mycí kapaliny Arva. Na **Obr. 31** je patrný mycí stůl.



Obr. 31 Mycí stůl.

Jakmile součásti byly pečlivě očištěny od mastných skvrn, tak se další nečistoty za použití rotačního ocelového kartáče, byly odstraněny zbytky rzi a vodního kamene. Tento kotouč využívá vysokých otáček z vrtačky a ocelová vlákna je tak silné, že dokáže odstranit i ty nejhorší usazeniny, které na částech motoru jsou usazeny, ty budou odstraňovány pomocí vrtačky Narex a ocelového kartáče, které jsou vidět na **Obr. 32**.



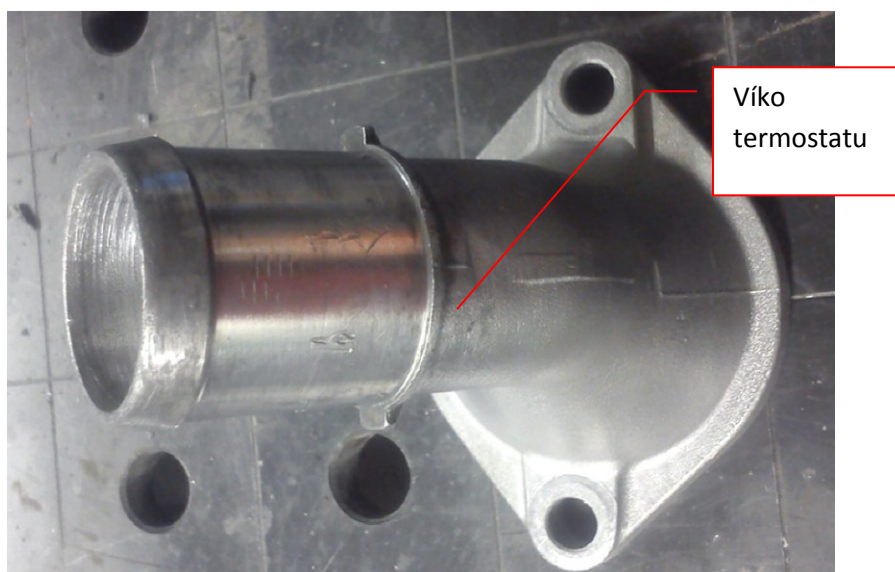
Obr. 32 Vrtačka Narex EVP13E 2H3.[2]

Součásti, které byly použity na stand, byly čištěny pomocí ocelového kartáče. Tímto druhem čištění můžeme dosáhnout lesklého kovového vzhledu, oproti běžnému očištění součásti pomocí čistícího přípravku jako ARVA. Ocelové kartáče jsou vidět na **Obr. 33**.



Obr. 33 Ocelový kartáč.[11]

Bylo potřeba pečlivě očistit jednotlivou součást. Díly bylo zapotřebí pro naše účely dát do stavu, který je vidět na **Obr. 34**.



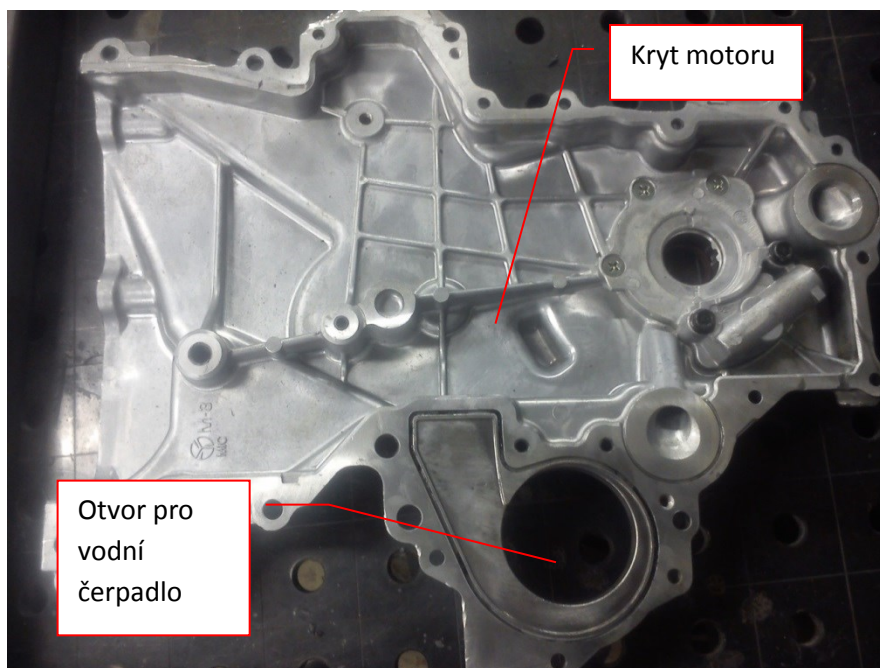
Obr. 34 Víko termostatu.

Takto očištěná a upravená součást, byla připravena na to, aby se dala použít na stand. Jednou, z takto ošetřených součástí je těsnění pod výfukové svody. Pro odmaštění od olejových skvrn, zde bylo použito ředidlo C6000. Výfukové těsnění po odmaštění od nečistot a zaleštění ocelovým kartáčem je vidět na **Obr. 35**.



Obr. 35 Výfukové těsnění.

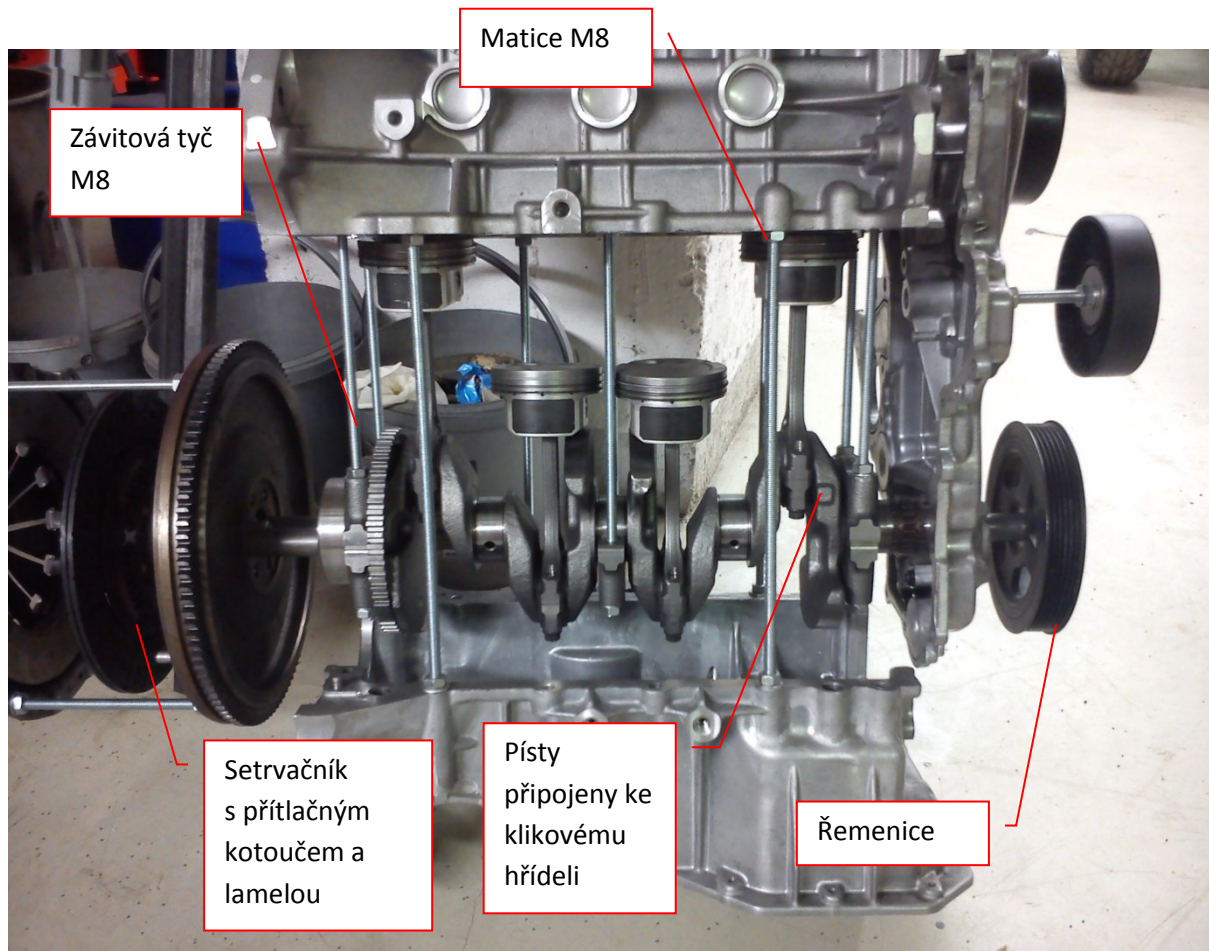
Boční kryt motoru byl také očištěn pomocí ocelového kartáče, vzhledem k tomu, že zde byly značná usazeniny od oleje a byla zde také patrná koroze. Kryt motoru slouží k zakrytí součástí, které se nachází z boční strany motoru. Je zde uchycena vodní pumpa a kladky. Tyto kladky zajišťují správné napnutí řemene, který pohání od řemenice klikového hřídele další komponenty. Takto očištěný kryt můžeme pozorovat na **Obr. 36**.



Obr. 36 Boční kryt motoru.

4.4 Montáž motorových částí do funkčního celku standu

Na základě očištěných, vyleštěných a připravených součástí začala samotná montáž. Pro montáž byly použity závrtné tyče velikosti M6, M8, M10 a M12mm. Každá z nich byla využita na jiných částech. Počátek byl u vany motoru. Do jednotlivých otvorů se závity jsme umístili tyče a zakotvili příslušnými maticemi kontra k přichytávaným dílům. Jak je vidět na Obr. 37.

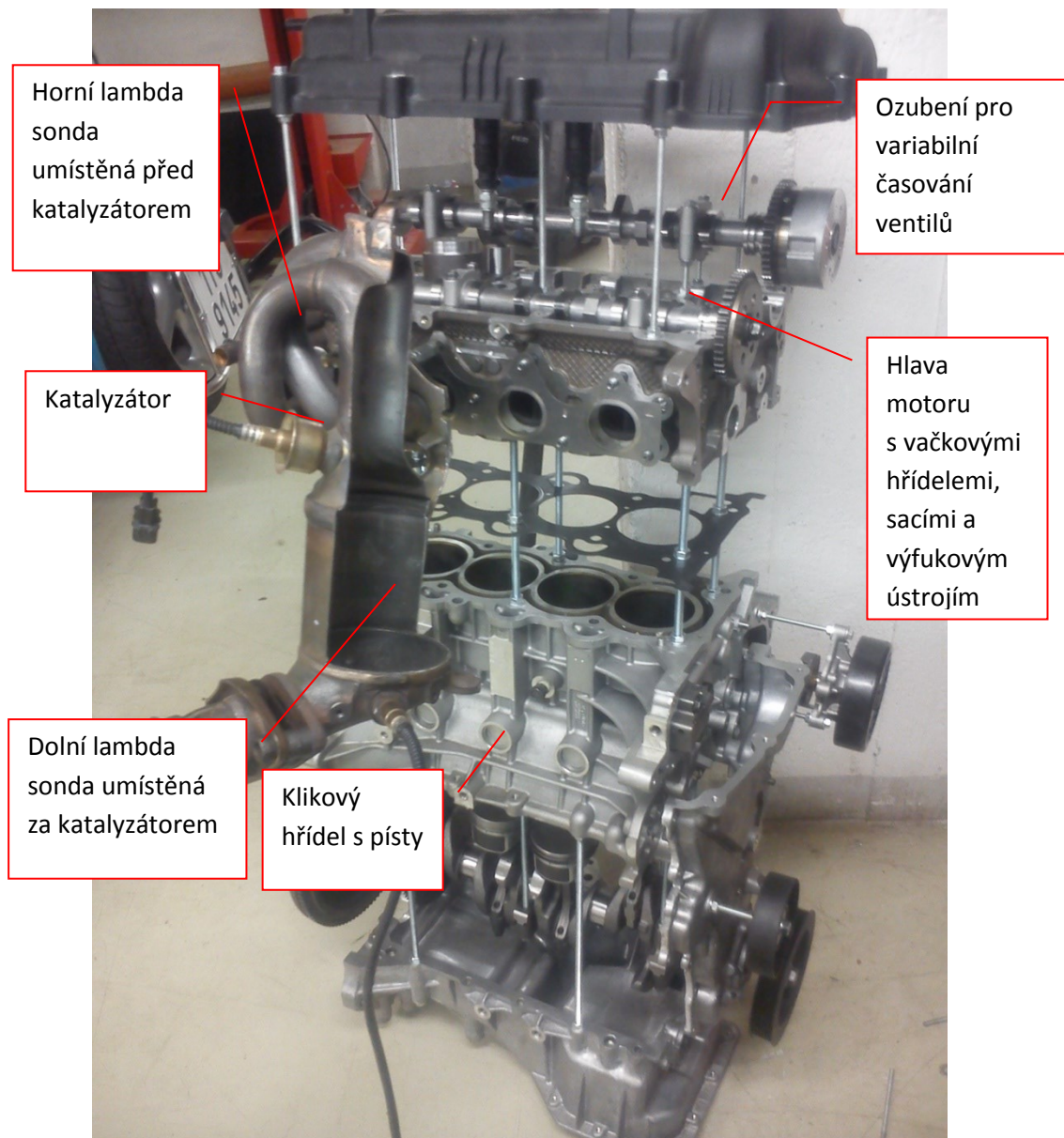


Obr. 37 Motorové části spojené závitovými tyčemi.

Ty byly následně připevněny z horní části k bloku motoru. Následně byly tyto části uchyceny k hlavě motoru. Mezi ně bylo vloženo těsnění, které je mezi blokem motoru a

hlavou válců. V hlavě se nachází sací a výfukové ventily společně s vačkovými hřídeli. Tyto části byly upraveny pro větší přehlednost a lepší porozumění problematice, viz.

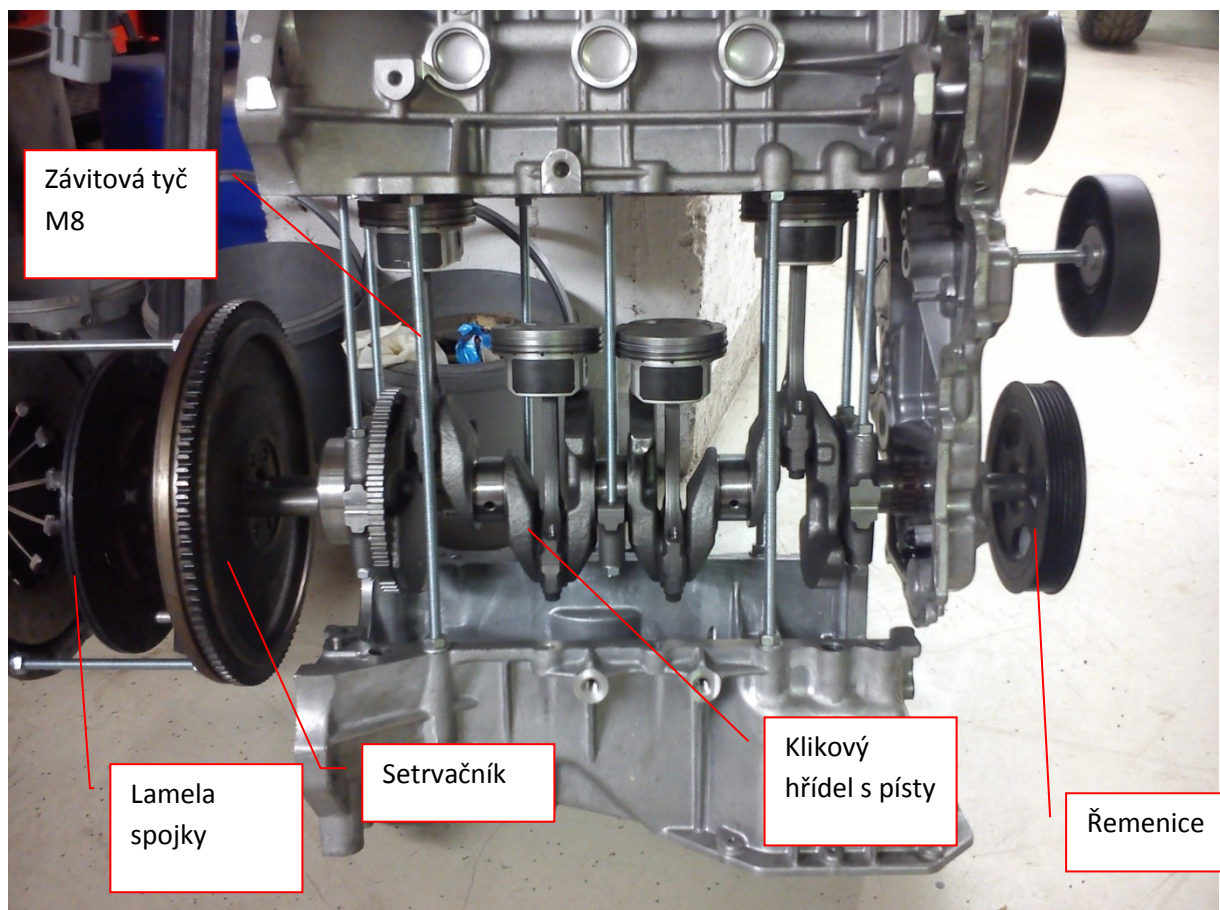
Obr. 38.



Obr. 38 Celková konstrukce motoru.

Jako konečný prvek bylo připevněno víko motoru. Jeho hlavním úkolem je chránit motor a hlavně vačkové hřídele před prachem z okolí a nečistotami, brání rozstříku oleje jinam než zpět do motoru. V tomto prostoru během chodu motoru probíhá cirkulace motorového oleje, který chrání důležité části.

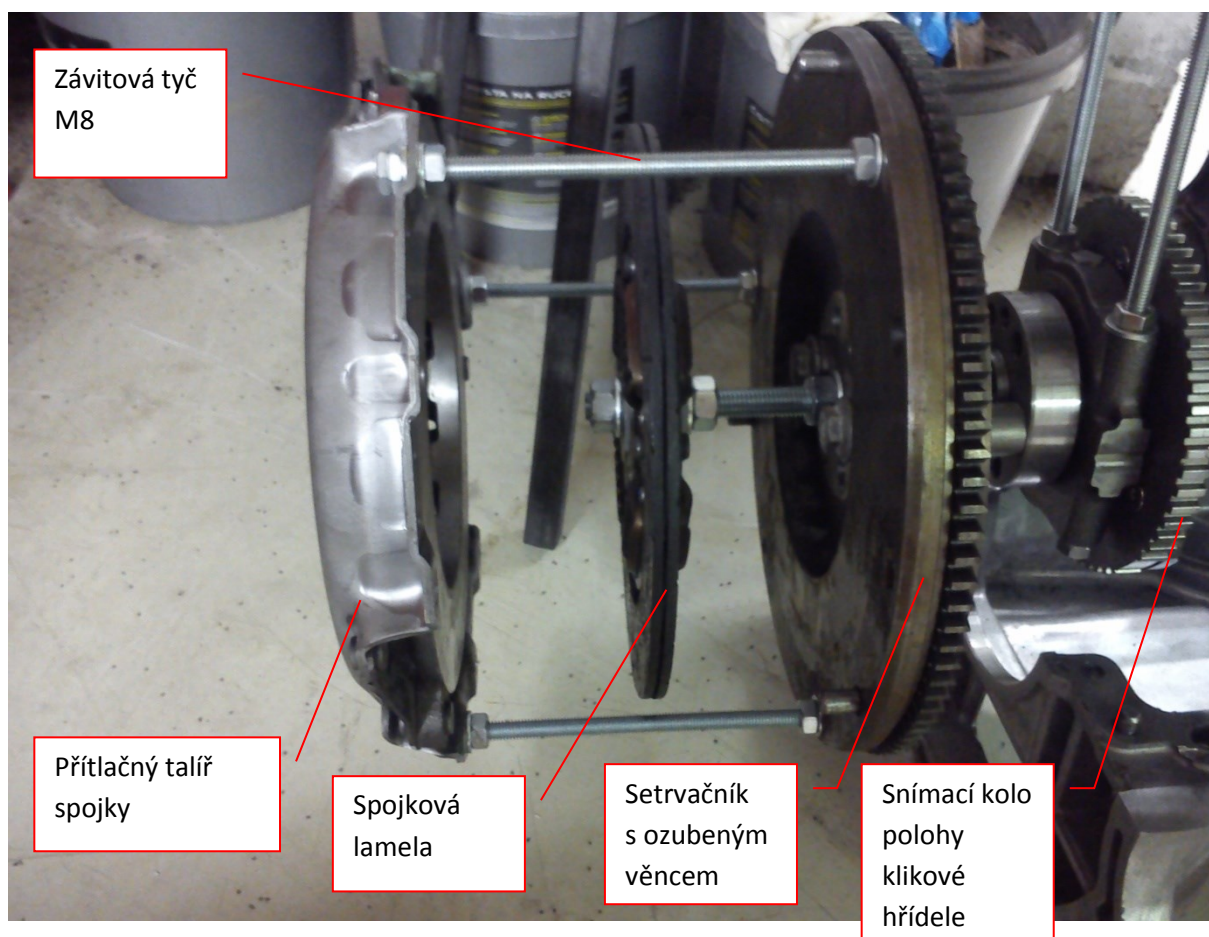
Kostra celkové konstrukce byla připravena a už bylo zapotřebí jen doplnit zbývající části, které nesmí chybět. Jako první byla uzpůsobena kliková hřídel, kde byly písty umístěny tak, aby byl zřetelný jejich princip funkce, tak i umístění v jednotlivých fázích. Pro znehybnění byly písty pevně uchyceny na klikovém hřídeli. Spodní konstrukce motoru je vidět na **Obr. 39**.



Obr. 39 Spodní část standu motoru.

Dává nám dobrý pohled na každou část klikového hřídele. Kliková hřídel je také pevně upevněna tak, že je nehybně přišroubována a zavěšená a pomocí závrtných tyčí spuštěná do výšky tak, aby bylo dobře vidět na polohu.

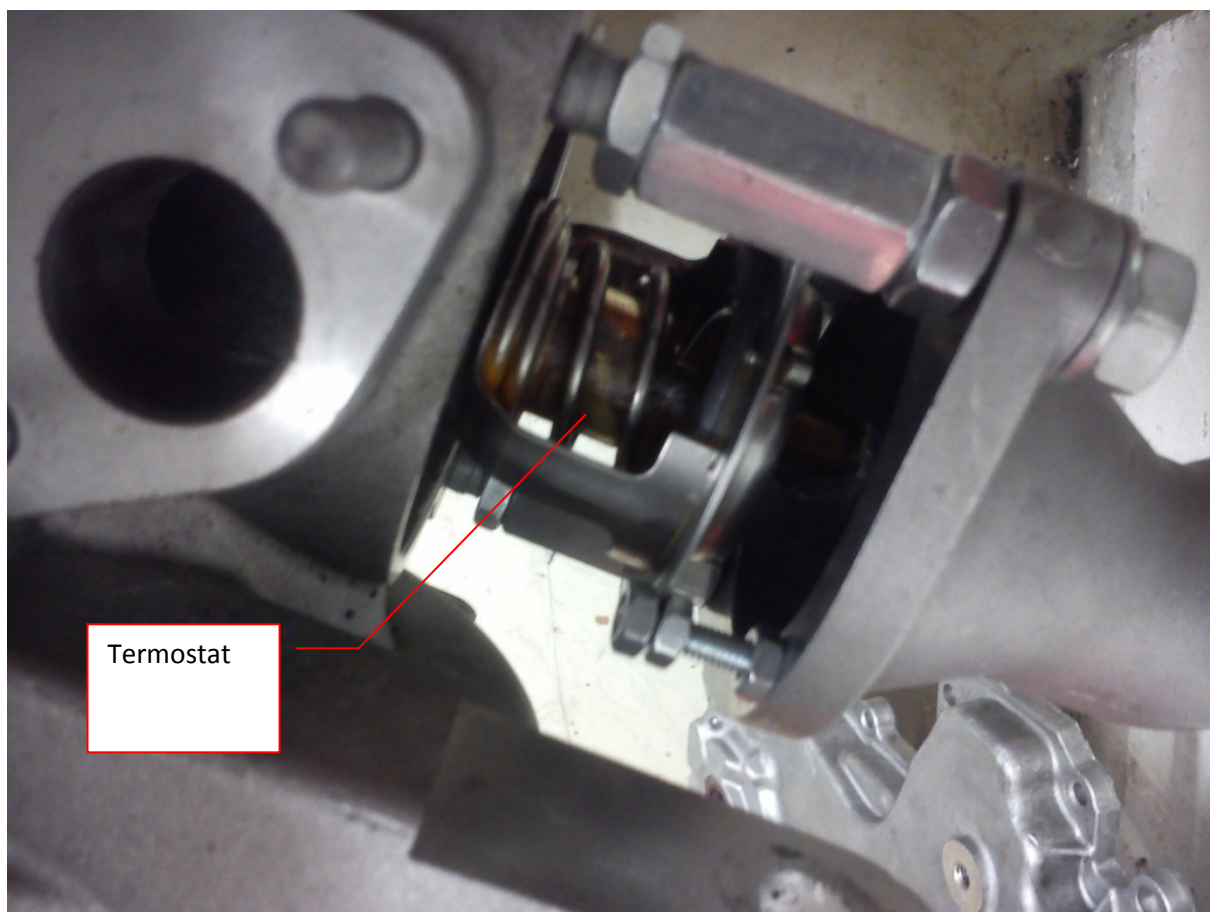
Ke klikovému hřídeli byl jako další komponenta přimontován setrvačnick společně se spojkou viditelný na **Obr. 40**. Pro přehlednost byly znovu použity závitové tyče. Součásti byly uspořádány tak, jak jsou v motoru poskládány, což dává dobrou představu o tom, jak je spojková lamela přitlačována pomocí přitlačného talíře na setrvačnick.



Obr. 40 Setrvačnick se spojkovým mechanismem.

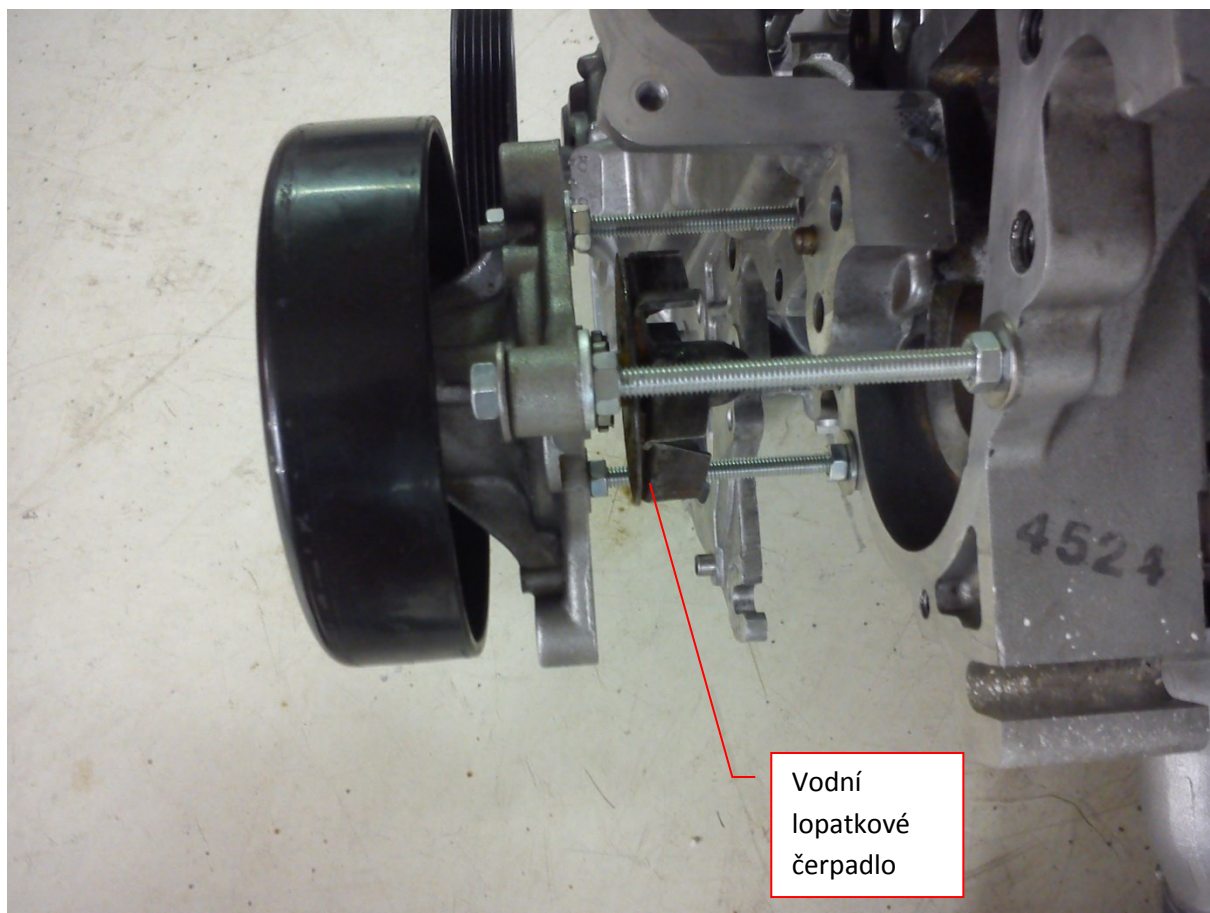
Každá z těchto součástí je specificky uzpůsobena pro náš výukový stand. Studenti se více seznámí s problematikou motorových částí.

Termostat, který je na **Obr. 41** byl umístěn tak, aby bylo zřetelné, jak je umístěn uvnitř motoru. Termostat reguluje teplotu v motoru a udržuje ho ve správném režimu. Uzpůsobeno bylo vše tak, aby byly zřetelně viditelné detaily termostatu.



Obr. 41 Termostat.

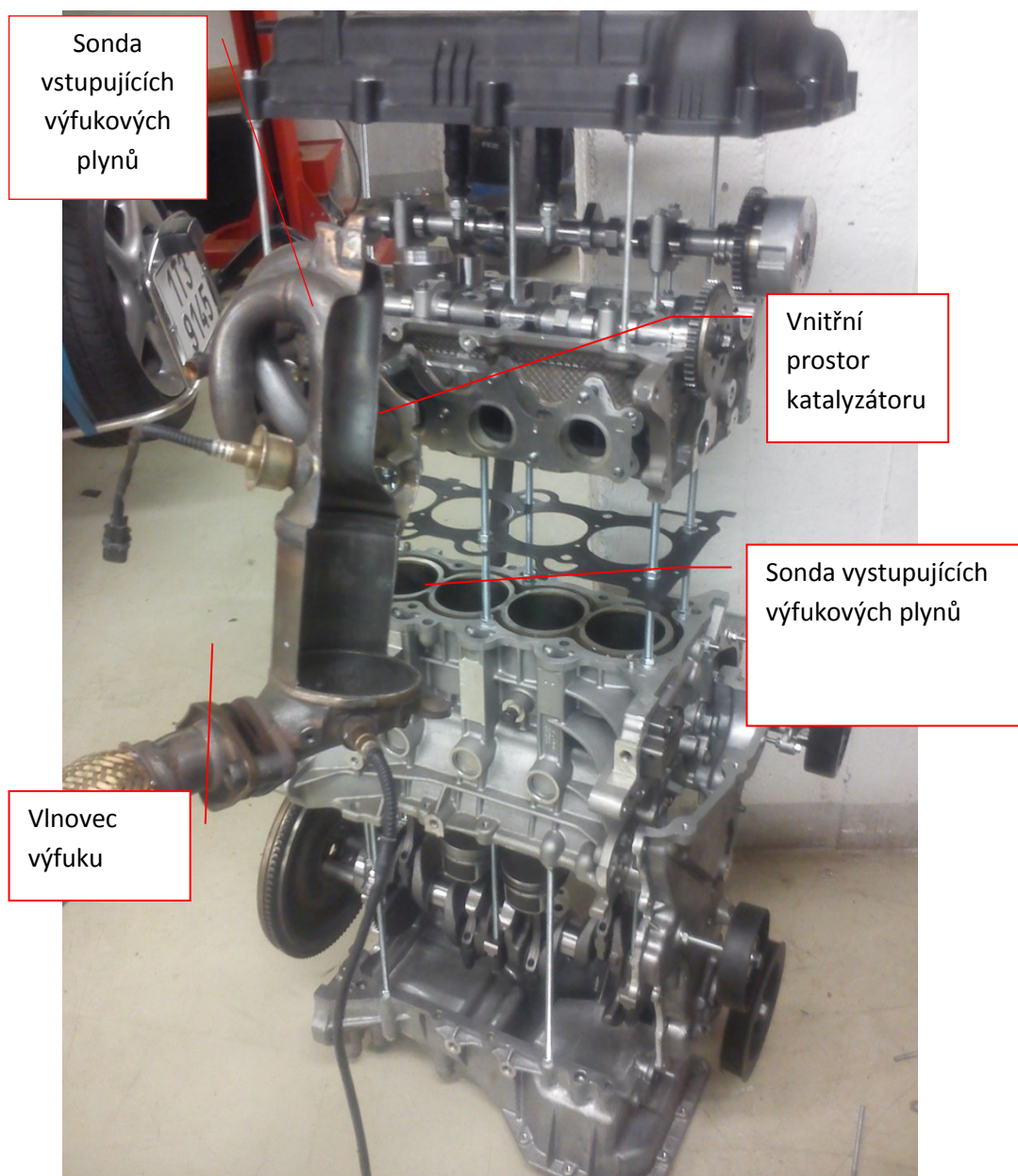
Nedílnou součástí je vodní pumpa, ta byla umístěna, tak jak v motoru pracuje. Zde je viditelné jak se chová během jízdního režimu. A jak je voda vháněna do motoru pomocí lopatek čerpadla. Závrtné tyče byly použity i v tomto případě. Na obrázku jsou vidět detaily lopatek na pumpě. Vodní pumpa je viditelná na **Obr. 42**.



Obr. 42 Vodní pumpa.

Katalyzátor byl před samotným namontováním rozříznut, aby byly zřetelné vnitřní prostory a byly vidět konstrukční prvky součásti. Lze sledovat, jak jsou zde umístěny Lambda sondy, které jsou důležité přiměření hodnot zbytkového kyslíku ve spalínách. Rozříznutý katalyzátor je vidět na

Obr. 43, který nám zřetelně znázorňuje, jak vypadá vnitřní prostor. Jsou zde umístěny dvě Lambda sondy, které jsou na obrázku vidět.

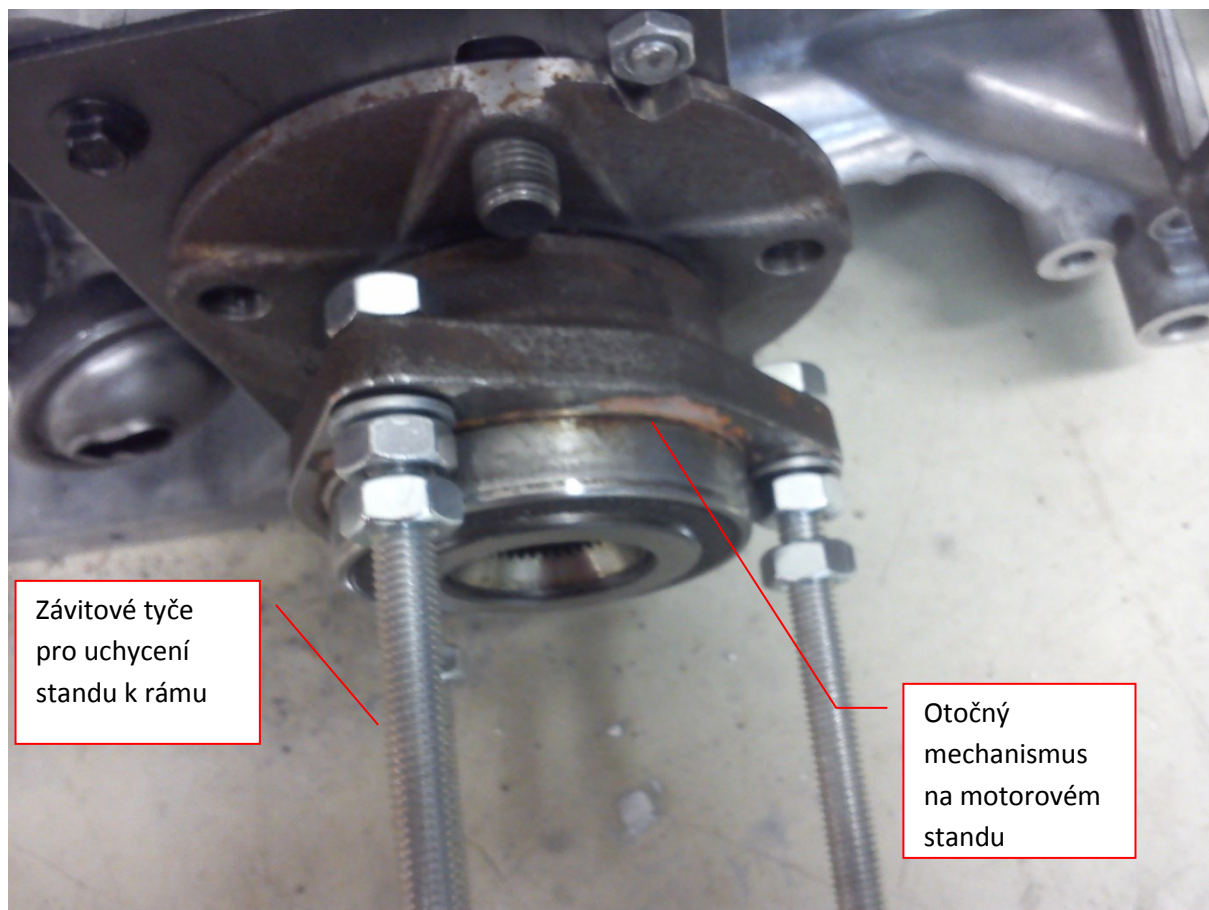


Obr. 43 Motorový stand s průřezem katalyzátoru

Z tohoto pohledu je i vidět celkový pohled na motor jak je poskládaný, podle jednotlivých částí konstrukce.

Motor ve standu bude otočný, proto bylo zapotřebí vymyslet systém, jak se bude otáčet. K tomuto účelu nám posloužil náboj kola ze Škody Octavia II. generace. Vzhledem k váze celého motoru byla potřeba zabezpečit, aby se během otáčení udržel ve správné poloze.

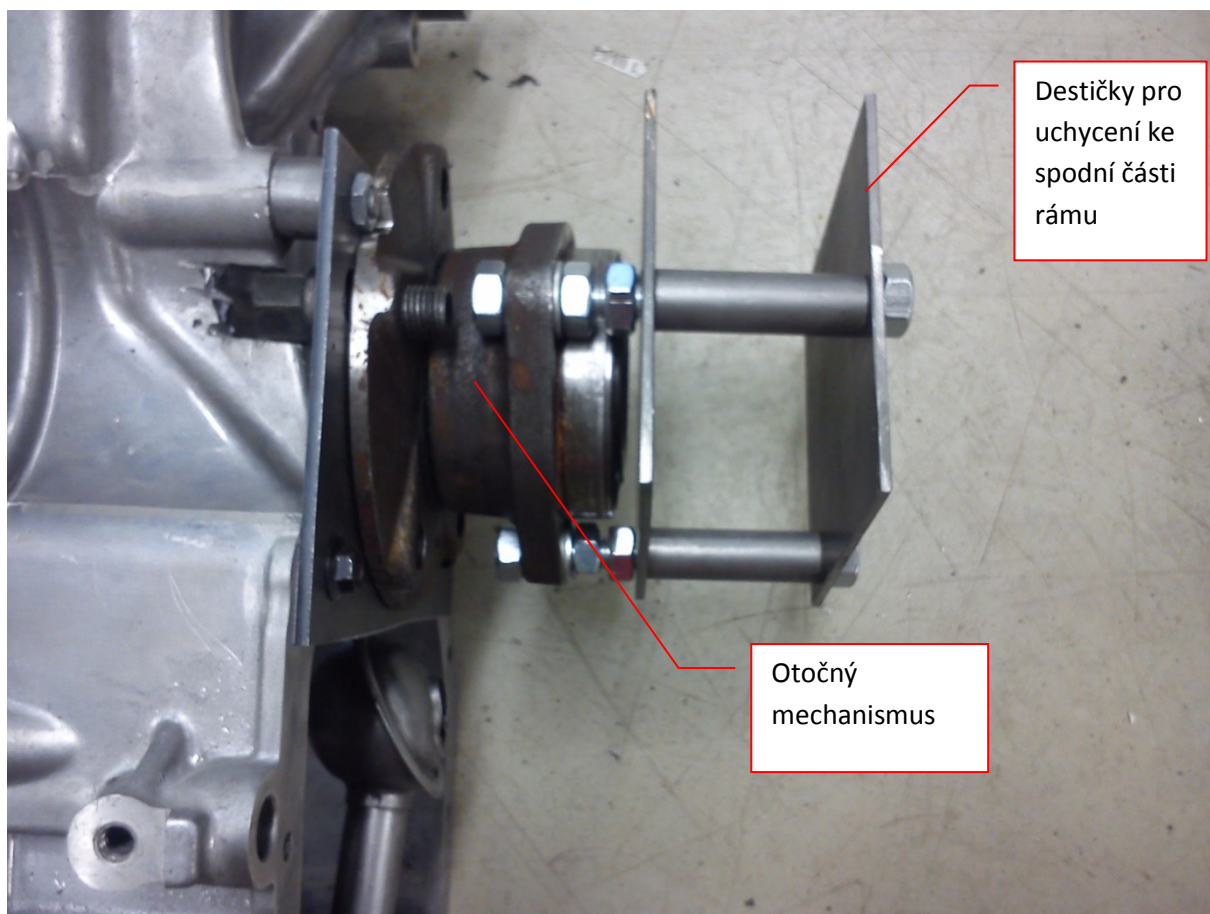
Náboj byl pomocí šroubů a svarového spoje umístěn na desku, která je připevněna k vaně motoru. Na **Obr. 44** můžeme sledovat jak je konstrukce uzpůsobena.



Obr. 44 Otočný mechanismus standu motoru.

Bylo zapotřebí udělat i malé konstrukční změny, aby byl náboj umístěn ve správné poloze. Pro připevnění spodní části motoru ke standu byly použity závrtné tyče, do kterých jsou vloženy dvě ocelové pásoviny 80 x 4 mm. Ty nám zajišťují přichycení na rámové konstrukci standu.

Mezi tyto ocelové pásoviný, které jsou vidět na **Obr. 45** byly vloženy i oválné trubičky pro větší absorbování tíhy, která působí na spodní část. Tato konstrukční část bude umístěna na spodní straně rámové konstrukce standu a bude udržovat celý motorový stand.



Obr. 45 Otočný mechanismus s uchycením k rámu.

4.5 Lakování

Rámovou konstrukci bylo zapotřebí ochránit nástřikem proti korozi. Nalakovaný rám je vidět na **Obr. 46**. Jako první bylo potřeba konstrukci očistit. K tomu byl použit Technický Líh a hadr, který dokáže dobře zbavit povrch mastnoty. Mastnota na jednotlivých částech rámu je pro nás nežádoucí, protože lak, který je na místo aplikován se zde špatně uchytí a může nastat problém s překrýváním. Když byly součásti očištěny bylo samotné lakování rámu prováděno pomocí lakovací pistole EST 314, která byla připojena k tlaku vzduchu 6 bar. Průtok stlačeného vzduchu při lakování byl 190 l/min, lakovací pistole byla nastavena na střední hodnoty rozprachu.

Protože rámová konstrukce má velké rozměry, bylo potřeba pro správné překrytí barvou udělat 2 nástřiky. Tolik vrstev zajišťuje dostatečné překrytí materiálu a tím dokonalejší antikorozi ochranu. Když bylo vše pečlivě oschnuté, mohlo se přistoupit k závěrečnému uchycení standu motoru do rámu.

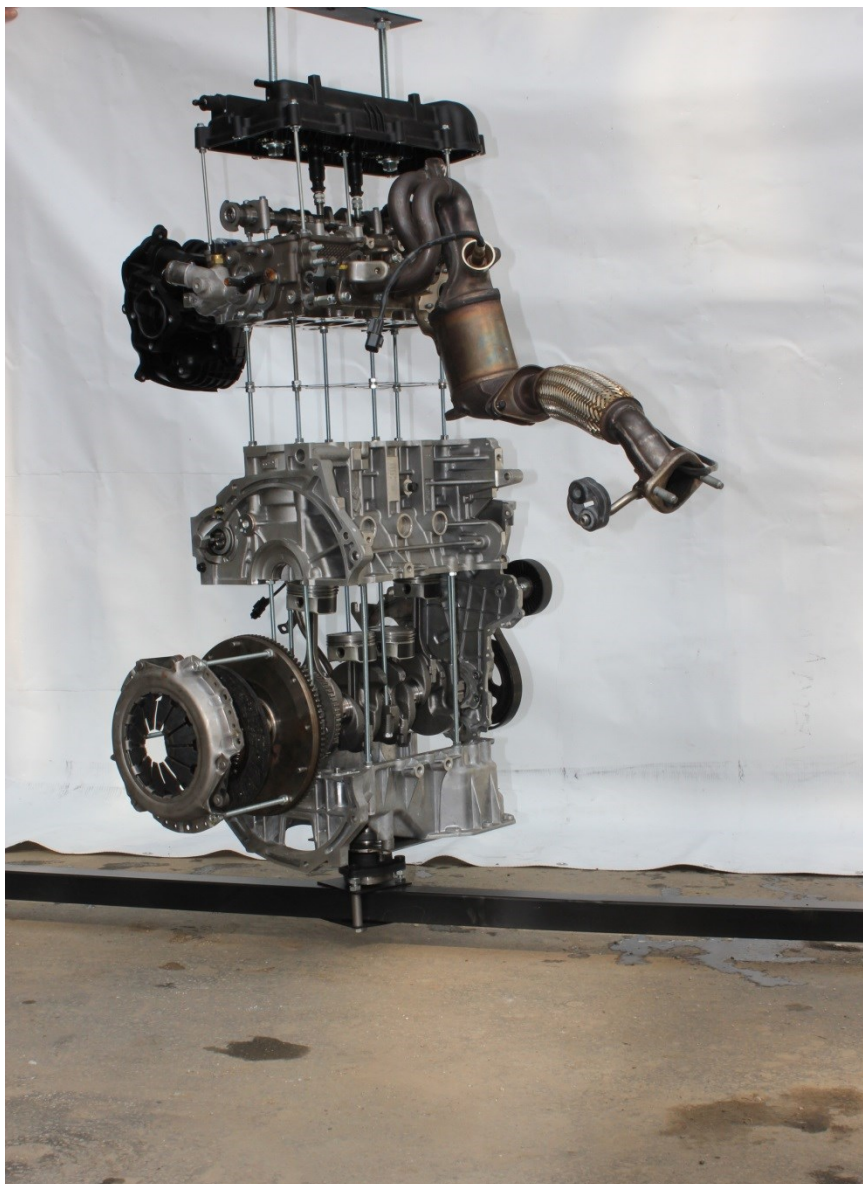


Rámová konstrukce motorového standu po lakování

Obr. 46 Rámová konstrukce motorového standu.

Závěr práce spočívá v tom, že motor byl umístěn na rámovou konstrukci. Spodní část motoru, byla upevněna díky už předem připravenému ústrojí Horní část motoru, byla volně vsunuta do navařené trubici, která byla předem připravena. Takto nainstalovaný motorový stand byl ještě zkontrolován na funkčních místech, které bylo potřeba dotáhnout a zajistit. Celkové dokončení práce je zobrazeno na

Obr. 47.



Obr. 47 Dokončený stand motoru Hyundai i30

5. Závěr

V bakalářské práci jsem se zabýval návrhem a výrobou výukového standu spalovacího motoru. V první části se hlavně věnovalo návrhu a rozložení součástí a jejich popisu, které budou později na stand instalovány. Úkolem bylo připravit takovou pomůcku, která bude zajímavá a poučná. Hlavně pro praktické využití. Mělo by být na této práci patrné, jakým směrem by se měl ubírat směr dalšího vývoje. V praktická část práce se zabývá výrobou standu.

Výukový stand motoru rozšíří možnosti výuky spalovacích motorů. Pro vyučující to bude zajímavá pomůcka pro výuku spalovacích motorů a hlavně pro znázornění problematiky tohoto téma i do budoucna. Stan bude možno i nadále nastavovat, pro zvětšení schopnosti porozumění a hlavně rozšíření vědomostí. Hlavní výhodou tohoto standu je, že všechny teoretické znalosti, které se dozvídají, tak si na standu mohou i vyzkoušet a lze se i zapojit do dalšího rozvoje.

Další směr vývoje standu motoru by mohl směřovat k přidání převodovky, která by byla přidána a byly by na ní dodatečně udělány řezy, ze kterých bude patrné, jak pracuje manuální převodovka zevnitř. Pokud by stand byl určen pro výstavní účely, bylo by vhodné jednotlivé části podsvítit. Otázkou je, jestli v budoucnu nepřidat ke standu ještě interaktivní části, kterou byl třeba tablet a k němu naprogramovaná aplikace, která by vždy rozsvítila tu část, na kterou na tabletu najedu v softwaru, kde o této části bude další povídání. Prakticky další možnosti rozšíření jsou široké, otázkou je, jakým směrem se má další cesta ubírat v závislosti na využití standu.

Seznam použité literatury

- [1] LAPSANSKÁ, Hana. *Přehled metod svařování* [online]. [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: http://fyzika.upol.cz/cs/system/files/download/vujtek/granty/lapsanska_prehled_metod_svarovani.pdf
- [2] [Http://www.narexcz.cz/prislusenstvi-vrtacky-c71/](http://www.narexcz.cz/prislusenstvi-vrtacky-c71/) [online]. [cit. 2016-04-16].
- [3] [Https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1446](https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1446) [online]. [cit. 2016-04-16].
- [4] [Https://www.google.co.in/search?q=motor+hyundai&biw=1920&bih=955&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi39oOfyOXMAhUE7RQKHQXfCOMQ_AUIBigB#tbm=isch&q=motor+1.4+cvvt&imgsrc=IfCOwxRF9BhObM%3A](https://www.google.co.in/search?q=motor+hyundai&biw=1920&bih=955&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi39oOfyOXMAhUE7RQKHQXfCOMQ_AUIBigB#tbm=isch&q=motor+1.4+cvvt&imgsrc=IfCOwxRF9BhObM%3A) [online]. [cit. 2016-04-19].
- [5] [Http://jaha.blog.cz/1410](http://jaha.blog.cz/1410) [online]. 2014 [cit. 2016-04-17].
- [6] [Http://www.sps-vitkovice.cz/texty/texty/ZAV/ZAVI-svarovani.pdf](http://www.sps-vitkovice.cz/texty/texty/ZAV/ZAVI-svarovani.pdf) [online]. [cit. 2016-04-17].
- [7] [Http://automig.cz/o-svarovani/metody/migmag-co2/](http://automig.cz/o-svarovani/metody/migmag-co2/) [online]. [cit. 2016-04-17].
- [8] [Https://cs.wikipedia.org/wiki/Hyundai_i30](https://cs.wikipedia.org/wiki/Hyundai_i30) [online]. [cit. 2016-04-17].
- [9] [Https://www.google.cz/search?q=transmission+kaps&biw=1745&bih=868&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwia68TyvePMAhWKOhQKHdsEAT8Q_AUIBigB#tbm=isch&q=transmission+kaps+show&imgsrc=QFNe8ekVMH3GyM%3A](https://www.google.cz/search?q=transmission+kaps&biw=1745&bih=868&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwia68TyvePMAhWKOhQKHdsEAT8Q_AUIBigB#tbm=isch&q=transmission+kaps+show&imgsrc=QFNe8ekVMH3GyM%3A) [online]. [cit. 2016-04-18].
- [10] [Http://auto.kataloge.cz/hyundai-i30-2.php](http://auto.kataloge.cz/hyundai-i30-2.php) [online]. [cit. 2016-04-18].
- [11] [Http://www.narexcz.cz/dratene-kartace-c162/](http://www.narexcz.cz/dratene-kartace-c162/) [online]. [cit. 2016-04-18].
- [12] [Https://www.google.cz/search?q=katalyz%C3%A1tor+hyundai+i30&biw=1745&bih=828&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiM27jshebMAhWBWhQKHQzbDl8Q_AUIBigB#imgsrc=ZC98l7u9V3T1cM%3A](https://www.google.cz/search?q=katalyz%C3%A1tor+hyundai+i30&biw=1745&bih=828&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiM27jshebMAhWBWhQKHQzbDl8Q_AUIBigB#imgsrc=ZC98l7u9V3T1cM%3A) [online]. [cit. 2016-04-19].
- [13] VLK, František. *Vozidlové spalovací motory*. Brno, 2003. ISBN 80-238-8756-4.
- [14] HROMÁDKO, Jan. *Spalovací motory: Komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilových škol*. Praha, 2011. ISBN 978-80-247-3475-0.

[15] TAYLOR, Charles Fayette. The internal-combustion engine in theory and practice. Cambrige, 1985. ISBN 026220052X2.

Přílohy

Příloha 1 – Výkresová dokumentace výukový rám. pdf